BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE DES SCIENCES NATURELLES

FONDÉE EN 1832

Tome 84

TROISIÈME SÉRIE

NEUCHATEL
IMPRIMERIE CENTRALE S. A.
1961

PUBLICATIONS DANS LE *BULLETIN*
DE LA
SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE DES SCIENCES NATURELLES

(Sous réserve des art. 35, 36 et 40 des statuts)

Pour paraître dans le *Bulletin* de l'année, les manuscrits (qui doivent être inédits) seront remis dactylographiés et prêts à l'impression, **jusqu'au 31 janvier.** Les auteurs se conformeront aux instructions publiées à la fin du volume. Ils reçoivent au moins une épreuve. Les corrections d'auteur et les remaniements sous presse sont entièrement à leur charge.

La S. N. S. N. demande aux auteurs une participation réglementaire aux frais de confection des clichés et, éventuellement, un supplément calculé d'après les surcharges pour composition spéciale (algébrique, tableaux numériques, etc.).

Pour les clichés au trait, un auteur publiant un ou plusieurs travaux bénéficie, après un abattement de 25 francs, d'une contribution de la société, calculée comme suit :

60% pour la tranche de	Fr. 25.—	à	Fr. 75.—
50% » » »	» 75.—	»	» 125.—
40% » » »	» 125.—	»	» 225.—
30% » le surplus.			

Les autotypies sont à la charge des auteurs.

Selon l'importance et le nombre des manuscrits à publier, les auteurs peuvent être invités à participer aux frais de composition typographique ou à réduire l'étendue du travail.

Les thèses bénéficient, en principe, d'une subvention. Chaque cas est traité à part, en tenant compte des disponibilités de l'auteur, des subventions obtenues et de la participation de l'institut.

Les auteurs ont droit gratuitement à 50 exemplaires de tirés à part, brochés et munis d'une couverture sans impression.

L'impression du titre sur la couverture est à leur charge à raison de Fr. 14.50 les 25 premiers exemplaires et Fr. 0.55 par 25 exemplaires suivants.

Les auteurs peuvent obtenir, à leurs frais, un nombre de tirés à part supérieur à 50 exemplaires, à la condition de ne pas les mettre en vente. Par séries de 25 exemplaires, les prix sont les suivants :

2 pages Fr. 2.10*	10 pages Fr. 6.35	18 pages Fr. 7.60	26 pages Fr. 9.80
4 » » 4.25	12 » » 6.35	20 » » 7.60	28 » » 9.80
6 » » 5.40	14 » » 6.65	22 » » 8.65	30 » » 11.—
8 » » 5.40	16 » » 6.65	24 » » 8.65	32 » » 11.—

* sans couverture

Un supplément sera facturé en cas de changement de foliation, impression spéciale ou fourniture de planches.

Tout ce qui concerne la publication des travaux dans le *Bulletin* doit être adressé au secrétaire-rédacteur, M. G. Dubois, professeur, Grand-Rue 12, Corcelles (Neuchâtel).

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE DES SCIENCES NATURELLES

Tome 84

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE DES SCIENCES NATURELLES

FONDÉE EN 1832

Tome 84

AVEC 3 CARTES, 20 FIGURES, 8 DIAGRAMMES
2 PLANCHES HORS TEXTE,
AINSI QUE LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES EN 1960
A L'OBSERVATOIRE CANTONAL DE NEUCHATEL,
RÉSUMÉES EN UN DIAGRAMME

NEUCHATEL
IMPRIMERIE CENTRALE S. A.
1961

CENTRE D'ÉTUDES LIMNOLOGIQUES ET HYDROBIOLOGIQUES
NEUCHATEL
N° 2

ÉTUDE DES SÉDIMENTS DU LAC DE NEUCHATEL

LES DIATOMÉES

par

MARGUERITE WUTHRICH

AVEC 3 FIGURES ET 6 DIAGRAMMES

Dans une note préliminaire parue dans la Revue suisse d'Hydrologie (Vol. XXI : 1, 1959) QUARTIER indique les méthodes employées pour prélever les sédiments déposés sur La Motte, colline immergée au milieu du lac de Neuchâtel. Pour l'étude des diatomées contenues dans ces sédiments, nous avons utilisé la carotte de 4,05 m extraite à l'extrémité NE du plateau de la Motte. Cette carotte présente quatre parties distinctes :

1° la partie inférieure, reposant sur la moraine, s'étend de 4,05 m à 3,60 m ; elle est composée de galets, gravier et gravillon d'origine glaciaire ;

2° la première couche de craie lacustre s'étend de la cote 3,60 m à 2,30 m, soit une puissance de 1,30 m ;

3° sur cette craie lacustre se superpose une couche de transition bleutée de 0,60 m, comprise entre les cotes 2,30 m et 1,70 m ;

4° la seconde couche de craie lacustre s'étend de la cote 1,70 m jusqu'au sommet.

Nous avons prélevé des échantillons tous les 20 cm et traité 0,5 g de matière sèche selon les méthodes classiques. Notre collection comprend 300 préparations de diatomées montées à l'Hyrax.

La méthode de recensement quantitatif que nous avons adoptée ne permet pas de faire des comparaisons absolues sur la richesse des différents échantillons : dans certaines couches pauvres nous avons dû, par exemple, examiner jusqu'à neuf préparations pour pouvoir tirer quelques conclusions. Par contre dans les couches où les diatomées abondent,

l'examen de deux préparations s'est montré suffisant. Je ne pense pas cependant que cette méthode présente un inconvénient majeur ; elle permet des comparaisons qualitatives, et dans une recherche telle que la nôtre l'essentiel est de suivre le développement de la microflore, de constater l'apparition d'une nouvelle espèce, la disparition d'une autre, les dominantes ou les associations.

ANALYSE DES SÉDIMENTS

La partie inférieure de la carotte (de 4,05 m à 3,60 m) est stérile : nous n'avons trouvé aucune diatomée.

1. Couche inférieure de craie lacustre 3,60 m — 2,30 m

C'est à la cote de 3,50 m que nous rencontrons les premières diatomées ; elles sont peu nombreuses. Il a été nécessaire d'examiner 9 préparations pour en dénombrer 250, réparties en 18 genres, 36 espèces et var. :

	Nombre		Nombre
Achnanthes flexella	1	*Epithemia argus*	1
A. minutissima	12	*Eunotia arcus*	3
Amphora ovalis	21	*Fragilaria brevistriata*	1
— v. *lybica*	54	*F. crotonensis*	1
— v. *pediculus*	6	*F. lapponica*	1
Caloneis alpestris	2	*F. leptostauron* v. *dubia*	2
— v. *inflata*	1	*F. pinnata*	7
C. obtusa	14	*Gomphonema intricatum*	1
C. Schumanniana	1	— v. *pumila*	4
Cocconeis disculus	1	*Gyrosigma attenuatum*	2
Cyclotella comta	2	*Mastogloia Smithii* v. *lacustris*	63
C. distinguenda	2	*Melosira islandica* ssp. *helvetica*	1
C. Kützingiana	13	*Navicula diluviana*	9
Cymbella delicatula	1	*Opephora Martyi*	7
C. leptoceros	3	*Pinnularia interrupta*	6
C. obtusa	2	*P. viridis*	1
Diploneis domblittensis v. *subconstricta*	2	*Stephanodiscus astraea*	1
D. Mauleri	1	— v. *minutula*	1

Nous constatons une nette association : *Amphora ovalis* et var. d'une part (32 % du total des diatomées dénombrées) et *Mastogloia Smithii* v. *lacustris* d'autre part (25 %).

Les diatomées suivantes ont été trouvées également dans les sédiments de Lunz, de Pfrunger Ried, appartenant, selon GAMS, au Gschnitz-Daun interstadiaire de la dernière époque glaciaire (9e ou 8e millénaire avant notre ère), et dans la couche inférieure des sédiments diluviaux de Gaj, où dominent le pin et le bouleau (HUSTEDT 1948) :

Achnanthes flexella	*Epithemia argus*
Cyclotella distinguenda	*Fragilaria leptostauron*
Cymbella leptoceros	*Gomphonema intricatum*
C. obtusa	*Mastogloia Smithii* v. *lacustris.*

L'analyse pollinique faite par MATTHEY (en préparation) situe notre couche à la fin du maximum pin-bouleau, début noisetier. Il y a donc concordance avec les sédiments mentionnés ci-dessus en ce qui concerne le peuplement sylvestre et la flore diatomique.

La présence de *Cyclotella distinguenda* est intéressante : HUSTEDT la considère comme indicatrice des formations glaciaires tardives.

Dans notre échantillon *Caloneis obtusa* est relativement abondant. Actuellement nous ne rencontrons que rarement cette espèce : elle s'est trouvée dans un dragage de fond (WUTHRICH 1960) ; elle est par contre assez commune dans les lacs alpins.

Le genre *Navicula* n'est représenté que par une seule espèce, *N. diluviana*, signalée également dans les gisements de Pfrunger Ried.

L'échantillon suivant, prélevé à 3,30 m, s'est révélé un peu plus riche : en 6 préparations nous avons trouvé 917 diatomées réparties en 23 genres, 48 espèces et var. :

	Nombre		Nombre
Achnanthes flexella	2	*C. helvetica*	2
Amphora ovalis	76	*C. leptoceros*	7
— v. *lybica*	458	*C. obtusa*	1
— v. *pediculus*	8	*C. sinuata*	1
Caloneis alpestris	18	*C. ventricosa*	1
— v. *inflata*	17	*Diploneis domblittensis*	
C. obtusa	35	v. *subconstricta*	2
Cocconeis disculus	2	*Epithemia argus*	1
C. placentula v. *euglypta*	1	*Eunotia arcus*	5
Cyclotella comta	3	*Fragilaria brevistriata*	1
C. distinguenda	1	*F. construens* v. *venter*	1
C. Kützingiana	78	*F. crotonensis*	1
Cymatopleura elliptica	3	*F. leptostauron*	2
Cymbella affinis	1	*F. pinnata*	5
C. austriaca	1	*Gomphonema intricatum*	5
C. Ehrenbergii	18	— v. *pumila*	8

Gyrosigma attenuatum . . .	1	*Nitzschia denticula*.	1
Mastogloia elliptica v. *dansei*	1	*Opephora Martyi*	10
M. Smithii	1	*Pinnularia interrupta* . . .	35
— v. *lacustris*.	53	*P. viridis*	4
Navicula diluviana	10	*Rhopalodia parallela*	1
N. pupula	1	*Stephanodiscus astraea* . . .	3
Neidium affine v. *amphyrhynchus*	7	— v. *minutula*	1
N. iridis fo. *vernalis* . . .	21	*Synedra ulna*	1
		Tabellaria fenestrata	1

En comparant ce tableau avec celui de la couche précédente, on voit que de nouveaux genres se sont installés : *Neidium, Nitzschia, Rhopalodia, Synedra, Tabellaria.* Le genre *Cymbella* compte 6 espèces au lieu de 3 à 3,50 m ; *C. Ehrenbergii* semble en particulier avoir trouvé des conditions favorables à son développement.

L'association *Amphora-Mastogloia* est remplacée par une communauté : *Amphora* (59 %) — *Cyclotella* (9 %) — *Caloneis* (7 %) — *Mastogloia* (6 %) — *Pinnularia* (4 %) — *Cymbella* (3 %) — *Neidium* (3 %).

L'analyse de ces deux premiers échantillons permet une remarque importante : nous n'y trouvons aucune espèce de diatomée laissant supposer l'installation d'un marais après le retrait du glacier. La valeur du CO_3Ca (86,5 % suivant dosage Kubler : en préparation) aussi bien que la nature du sédiment montrent que le lac était formé, et l'analyse des diatomées confirme ce point de vue.

L'établissement d'une liste complète des diatomées trouvées dans chaque échantillon de cette couche inférieure nous paraît superflu ; la lecture en serait fastidieuse. Un tableau général réunira nos résultats et mettra en évidence le développement de notre microflore. Nous nous bornons donc à quelques remarques pour les échantillons qui suivent.

A 3,10 m l'examen de 3 préparations nous fournit 562 diatomées réparties en 26 genres, 94 espèces et var. Le genre *Amphora* domine et représente le 43 % des individus dénombrés ; *A. ovalis* v. *lybica* est la plus fréquente. Le second rang est occupé par les *Mastogloia* (14 %), principalement *M. Smithii* v. *lacustris*. Dans les *Cymbella* (6 %) nous avons repéré quelques individus de *C. thumensis ; C. Ehrenbergii* est assez fréquente, tandis que *C. austriaca, C. Hustedtii, C. norvegica, C. laevis, C. Reinhardtii* et *C. tumidula* ne sont représentées que par un ou deux exemplaires.

Le genre *Navicula* est implanté avec 15 espèces, *N. diluviana* restant la plus fréquente. Nous trouvons également *Campylodiscus noricus, Surirella angustata* et *S. linearis* v. *helvetica.* Aux deux espèces de *Diploneis* trouvées précédemment viennent s'ajouter *D. elliptica* et v. *ladogensis, D. ovalis* et v. *oblongella,* ainsi que *D. puella.* Dans les *Caloneis* nous voyons apparaître C. *bacillum* et *C. silicula ; C. obtusa* est la plus fréquente. A cet étage nous avons également rencontré un exemplaire de *Neidium Kozlowi* v. *parva ;* nous n'avons pas trouvé cette espèce dans nos autres échantillons, pas plus que parmi les diatomées

actuelles du lac de Neuchâtel. Signalons encore comme assez fréquentes à cet étage *Pinnularia interrupta* et *Opephora Martyi*.

A 2,90 m nous avons dénombré en 3 préparations 360 diatomées : 46 espèces et var. réparties en 20 genres. Un changement intervient ici dans la répartition : les *Navicula* sont en tête et représentent le 19,5 % du total des algues dénombrées ; cependant elles ne comptent plus que 4 espèces au lieu de 15 à l'étage précédent. *N. diluviana* domine nettement ; elle forme le 90 % des *Navicula*, tandis que *N. scutelloides*, *N. tuscula* et *N. cryptocephala* n'ont été trouvées qu'à un ou deux exemplaires.

Les *Cyclotella* occupent le 2e rang (18 %), avec en tête *C. distinguenda* puis *C. Kützingiana* et enfin *C. comta*.

Parmi les *Cymbella* les plus nombreuses sont *C. thumensis*. Nous avons trouvé une *C. Cesati*.

Le genre *Amphora* arrive en 3e rang (14,5 %) ; *Mastogloia* forme le 10,5 % ; il en est de même pour *Fragilaria*, l'espèce la plus fréquente étant *F. pinnata*.

A 2,70 m nous devons examiner 5 préparations pour trouver 677 diatomées : 19 genres, 43 espèces et var. *Amphora ovalis* v. *lybica* et *Mastogloia Smithii* v. *lacustris* sont les plus nombreuses ; suivent *Pinnularia interrupta*, *Navicula diluviana*, *Eunotia arcus* et *Cyclotella distinguenda*.

Dans les couches précédentes nous n'avions trouvé *Mastogloia elliptica* v. *dansei* qu'en un ou deux exemplaires ; nous en trouvons 12 à cet étage. Parmi les *Navicula*, *N. diluviana* demeure la plus fréquente.

A 2,50 m nous constatons une régression de la flore ; 3 préparations nous fournissent 325 diatomées : 29 espèces et var. réparties en 17 genres. A titre de comparaison avec les premiers échantillons, nous en donnons la liste :

	Nombre		Nombre
Amphora ovalis	10	*Fragilaria brevistriata*	2
— v. *lybica*	74	*F. intermedia*	1
— v. *pediculus*	1	*F. leptostauron* v. *dubia*	3
Caloneis Schumanniana	1	*Gomphonema intricatum* v. *pumila*	10
Cocconeis placentula v. *euglypta*	1	*Mastogloia elliptica* v. *dansei*	2
Cyclotella comta	7	*M. Smithii*	3
C. distinguenda	7	— v. *lacustris*	98
C. Kützingiana	36	*Navicula diluviana*	2
C. styriaca	1	*N. radiosa*	1
Cymatopleura elliptica	1	*N. scutelloides*	7
Cymbella Ehrenbergii	1	*Opephora Martyi*	4
C. obtusa	1	*Pinnularia interrupta*	1
Diploneis ovalis	2	*Stephanodiscus astraea*	2
Eunotia arcus	44	*Synedra ulna* v. *aequalis*	1
Epithemia Mulleri	1		

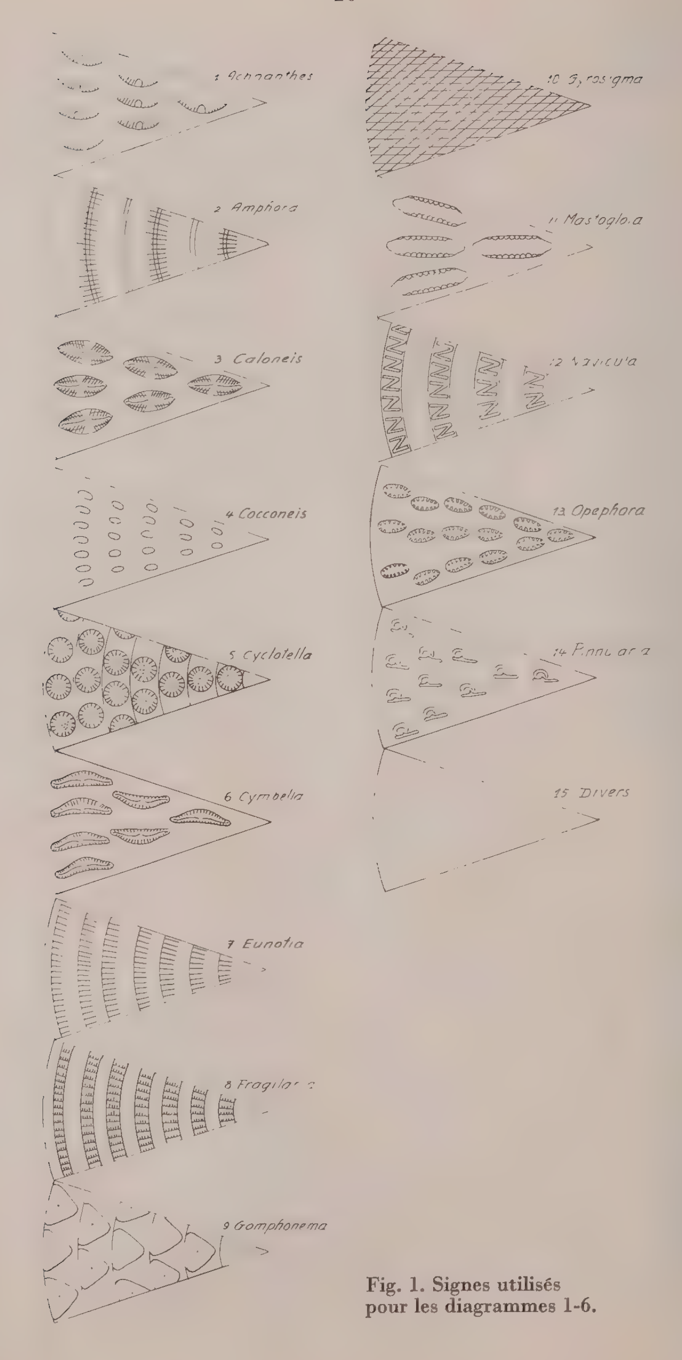


Fig. 1. Signes utilisés pour les diagrammes 1-6.

Un phénomène qu'il n'est pas de notre compétence d'expliquer s'est produit au moment où s'est formée la couche qui nous occupe : les dosages KUBLER accusent une baisse de CO_3Ca dont la valeur n'est que de 75,7 % à 2,43 m et de 73,5 % à 2,40 m, alors qu'elle était de 89,8 % à la cote 2,60 m.

L'échantillon suivant, prélevé à 2,30 m, se situe au sommet de la couche inférieure de la craie lacustre, au point de contact avec la couche bleutée : il s'est révélé stérile : nous n'y avons trouvé aucune diatomée.

En résumé, la couche inférieure de craie lacustre, d'une puissance de 1,30 m, se caractérise par une flore montrant tout d'abord une courbe ascendante de 3,50 m à 3,10 m, puis une courbe descendante à partir de cette dernière cote jusqu'à 2,30 m. Les diagrammes ci-dessous font ressortir les différences de répartition des principaux genres rencontrés au bas de la couche (1) et au sommet de cette même couche (2).



Diagramme N° 1 : à 3,50 m

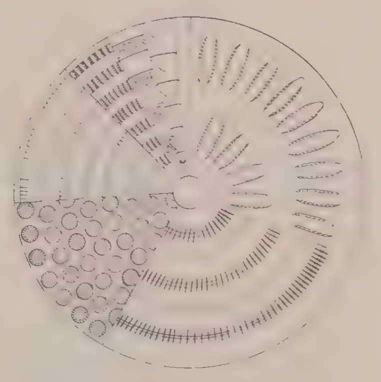


Diagramme N° 2 : à 2,50 m

Répartition des diatomées dans la couche inférieure de craie lacustre. (Explication des signes, voir fig. 1).

2. *Couche de transition bleutée* *2,30 m — 1,70 m*

Le point de contact de la couche précédente avec la couche bleutée se situe à 2,30 m, et nous avons vu que l'échantillon prélevé à cette cote ne contient pas de diatomées. Un nouvel échantillon prélevé 2 cm plus haut, dans cette couche bleutée, à 2,28 m, est également stérile. A 2,20 m le dosage du CO_3Ca indique une valeur de 73,7 % et à 2 m la valeur remonte à 85,9 %. Entre ces deux points nous avons prélevé un échantillon.

A 2,10 m l'examen de 6 préparations nous fournit 363 diatomées, réparties en 22 genres, 40 espèces et var. :

	Nombre
Achnanthes delicatula	1
Amphora ovalis	16
— v. *lybica*	5
— v. *pediculus*	7
Caloneis alpestris	3
C. obtusa	1
Campylodiscus noricus	3
Cocconeis placentula	3
— v. *euglypta*	1
Cyclotella comta	15
C. distinguenda	45
C. Kützingiana	168
C. styriaca	1
Cymbella delicatula	1
C. Ehrenbergii	1
C. leptoceros	6
C. obtusa	2
Diploneis elliptica	1
D. Mauleri	1
Eunotia arcus	2
Fragilaria brevistriata	5

	Nombre
F. construens v. *venter*	1
F. leptostauron v. *dubia*	1
F. pinnata	2
Gomphonema intricatum v. *pumila*	5
G. gracile	1
Gyrosigma acuminatum	6
G. attenuatum	15
G. Kützingii	2
Mastogloia Smithii v. *lacustris*	18
Melosira islandica ssp. *helvetica*	1
Navicula scutelloides	2
N. tuscula	1
Neidium iridis fo. *vernalis*	2
Nitzschia denticula	4
Opephora Martyi	5
Stephanodiscus astraea	4
Synedra ulna	1
Surirella linearis v. *helvetica*	1
Tabellaria fenestrata	2

Nous avons ici des rapports différents de ceux constatés dans la couche de craie lacustre inférieure : les *Cyclotella* représentent le 63 % des diatomées dénombrées, tandis que les *Amphora* ne participent que pour 9 % à la flore et les *Mastogloia* pour 5 %.

A 1,90 m les *Cyclotella* continuent à être nombreuses (52 %). Nous ne trouvons que *Navicula diluviana* en 4 exemplaires. Les conditions ont été favorables au développement de *Gyrosigma acuminatum* et *G. attenuatum* ainsi qu'à celui de *Campylodiscus noricus*. Dans le genre *Amphora* c'est *A. ovalis* v. *pediculus* qui domine. L'examen de 3 préparations nous a fourni 327 diatomées représentant 19 genres et 34 espèces et var.

A 1,70 m nous sommes au sommet de la couche de transition et en 3 préparations nous dénombrons 654 diatomées : 20 genres, 44 espèces et var. Les *Cyclotella* ici encore dominent (49 %), suivies par *Amphora ovalis* et v. *lybica* (22 %) ; par contre v. *pediculus* est rare. Comme dans l'échantillon précédent nous avons trouvé passablement de *Gyrosigma acuminatum* et *G. attenuatum*. Le genre *Navicula* est représenté par 4 espèces : *N. bacillum* (rare), *N. diluviana*, rare aussi de même que *N. scutelloides ;* par contre *N. placentula* est fréquente. La valeur du CO_3Ca est ici de 86,5 %.

La couche bleutée apparaît comme une couche de transition où les *Cyclotella* se sont fortement développées au détriment des *Mastogloia*.

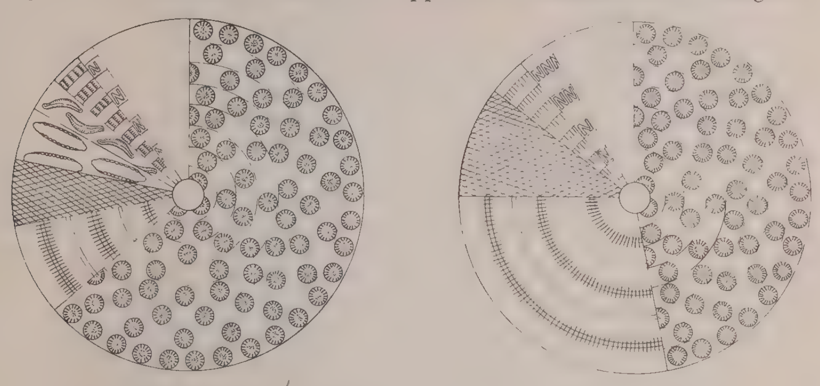


Diagramme N° 3 : à 2,10 m — Diagramme N° 4 : à 1,70 m

Répartition des diatomées dans la couche de transition.

3. Couche supérieure de craie lacustre 1,70 m à 0 m

Le premier échantillon prélevé dans la partie supérieure du sédiment se situe à 1,50 m de profondeur où, selon KUBLER, la valeur du CO_3Ca atteint 90,8 %. En 3 préparations nous dénombrons 1141 diatomées : 22 genres, 54 espèces et var. :

	Nombre		Nombre
Achnanthes Clevei	39	*Cymbella amphicephala*	1
A. conspicua	15	*C. Brehmii*	1
A. exigua v. *heterovalvata*	2	*C. Ehrenbergii*	15
A. flexella	2	*C. leptoceros*	5
A. lapidosa	4	*C. microcephala*	1
A. linearis	2	*C. Reinhardtii*	3
— v. *pusilla*	1	*C. sinuata*	1
Amphora ovalis	9	*C. thumensis*	39
— v. *lybica*	43	*C. ventricosa*	1
— v. *pediculus*	680	*Diploneis oculata*	1
Caloneis alpestris	10	*D. puella*	1
C. bacillum	11	*Epithemia turgida*	1
C. silicula v. *truncatula*	3	*Eunotia arcus*	3
Campylodiscus noricus	1	*Fragilaria brevistriata*	30
Cocconeis placentula	16	*F. pinnata*	8
— v. *euglypta*	101	*Gomphonema intricatum*	
Cyclotella comta	6	v. *pumila*	6
C. distinguenda	4	*Gyrosigma acuminatum*	3
C. Kützingiana	13	*G. attenuatum*	2
Cymatopleura elliptica	1	*Mastogloia Grevillei*	2

M. Smithii v. *lacustris* . . .	4
Navicula contenta	1
N. diluviana	4
N. placentula	4
N. scutelloides.	1
N. subhamulata	1
— v. *undulata*	1
N. tuscula	30
Neidium iridis v. *amphigomphus*	1
Nitzschia denticula.	1
Opephora Martyi	1
Pinnularia interrupta . . .	1
P. viridis	2
Stephanodiscus astraea . . .	1
Surirella linearis v. *helvetica*.	1

Une modification de la flore apparaît dans cet échantillon : le genre *Achnanthes* n'était précédemment représenté que par *A. flexella ;* nous découvrons ici passablement de *A. Clevei* et de *A. conspicua ; A. lapidosa* ne figure dans aucun autre échantillon des sédiments et nous ne l'avons rencontrée actuellement que dans un draguage de fond. *Amphora ovalis* v. *pediculus* est très abondant ; il en va de même pour *Cocconeis placentula* et v. *euglypta*. La présence de *Navicula subhamulata* est étonnante ; il s'agit d'une diatomée aérophile, qui a probablement été entraînée sur la Motte par les courants. Enfin si *Navicula tuscula* figure déjà dans les couches inférieures par des individus isolés, elle est ici largement représentée.

A 1,30 m la flore est quelque peu en régression : 3 préparations ne nous fournissent que 463 diatomées (1141 à 1,50 m), soit 18 genres et 37 espèces et var., et nos algues sont très corrodées. Nous trouvons principalement *Mastogloia Smithii* v. *lacustris* (52 %) mais il est rare de rencontrer un frustule entier. La même remarque s'applique à *Amphora ovalis* dont la v. *lybica* prédomine (21 %). Plus résistantes se sont montrées les *Navicula diluviana* dont les 20 exemplaires trouvés n'avaient subi aucun dommage.

A 1,10 m nous trouvons également nos diatomées érodées et une quantité de débris non identifiables. Ce sont en général les grandes formes qui ont subi des dégâts, les petites espèces sont pour la plupart intactes ; cette constatation permet de supposer qu'il y a eu ici, comme à la cote précédente, une destruction mécanique et non chimique, par action des vagues ou des courants imprimant aux grains de sable un mouvement suffisant à meuler en quelque sorte nos algues siliceuses.

Nous comptons en 3 préparations 454 diatomées (18 genres et 39 espèces) dont le 42 % est formé d'*Amphora ovalis* et des v. *lybica* et *pediculus*. A cet étage nous voyons apparaître *Cyclotella bodanica, C. comensis* et *C. ocellata*. La valeur du CO_3Ca est ici de 88,4 %.

A 0,90 m cette valeur remonte à 92,7 %, et nous trouvons en 3 préparations 657 diatomées (21 genres, 45 espèces). Les *Cyclotella* (61 %) sont représentées avant tout par *C. Kützingiana*, et les *Amphora* (21 %) par *A. ovalis* v. *lybica*.

L'échantillon prélevé à 0,70 m procure en 3 préparations 707 individus (24 genres, 63 espèces) où, comme ci-dessus, dominent les *Cyclotella*. Les *Amphora* et *Mastogloia* sont en petit nombre ; par contre *Eunotia arcus, Navicula bacilliformis, Denticula tenuis* et *Nitzschia denticula* sont en plein développement.

Nous trouvons à peu près la même répartition dans l'échantillon de la cote 0,50 m qui fournit en 3 préparations 1829 individus (25 genres, 98 espèces).

A 0,30 m 2 préparations suffisent pour dénombrer 2575 diatomées (26 genres, 108 espèces). Cet étage se caractérise par une prédominance de *Gomphonema* (49 %) dont les espèces les plus fréquentes sont *G. intricatum* et v. *pumila*, ainsi que *G. longiceps*. Dans les *Cyclotella* (20 %) ce sont *C. comta* et *C. distinguenda* qui sont les plus nombreuses.

Le dernier échantillon prélevé à 0,05 m de profondeur fournit une flore abondante : nous dénombrons en effet en 2 préparations 3924 diatomées (26 genres, 112 espèces et var.), soit :

	Nombre		Nombre
Achnanthes affinis	4	*Cymbella affinis*	4
A. Clevei	6	*C. amphyoxis*	2
A. conspicua	3	*C. austriaca*	8
A. flexella	5	*C. cistula*	3
A. lanceolata	2	*C. cymbiformis*	4
— v. *rostrata*	2	*C. delicatula*	7
A. lapponica	2	*C. Ehrenbergii*	5
A. microcephala	6	*C. helvetica*	3
Amphora ovalis	4	*C. hybrida*	4
— v. *lybica*	9	*C. leptoceros*	18
— v. *pediculus*	12	*C. naviculiformis*	4
Anomoeneis exilis	2	*C. prostrata*	29
— v. *lanceolata*	14	*C. similis*	1
A. serians v. *brachysira*	12	*C. sinuata*	3
Caloneis alpestris	2	*C. thumensis*	4
C. bacillum	4	*Denticula tenuis*	2
C. latiuscula	2	— v. *crassula*	7
C. Schumanniana	2	*Diploneis domblittensis*	
C. silicula	4	v. *subconstricta*	2
— v. *truncatula*	5	*D. elliptica*	3
Campylodiscus noricus	3	— v. *ladogensis*	6
Cocconeis disculus	7	*D. ovalis* v. *oblongella*	3
C. placentula	43	*D. Mauleri*	5
Cyclotella bodanica	6	*D. puella*	4
C. comensis	4	*Epithemia Mulleri*	3
C. comta	420	*Eunotia arcus*	390
C. distinguenda	112	— v. *fallax*	12
C. Kützingiana	179	*E. praerupta*	3
C. ocellata	8	*Fragilaria brevistriata*	4
C. styriaca	94	*F. construens* v. *binodis*	2
Cymatopleura Brunii	4	— v. *venter*	4
C. elliptica	3	*F. intermedia*	2
— v. *constricta*	2	*F. lapponica*	3
C. solea	2	*F. leptostauron*	4
— v. *apiculata*	3	*F. pinnata*	12

Gomphonema angustatum	22
G. gracile	53
G. helveticum	8
G. intricatum	465
— v. *pumila*	1379
G. lanceolatum	12
G. longiceps	135
— fo. *gracilis*	49
G. olivaceum	3
— v. *calcarea*	2
G. parvulum v. *micropus*	4
G. tenellum	5
Gyrosigma acuminatum	3
G. attenuatum	6
Mastogloia Smithii	4
— v. *lacustris*	16
Navicula bacilliformis	58
N. oblonga	12
N. placentula	3
N. pupula v. *rectangularis*	5
N. Reinhardtii	2
N. Schönfeldtii	2
N. rotunda	5
N. scutelloides	6
N. tuscula	3
N. vulpina	4
Neidium affine	2
N. dubium	3
N. productum	1
Nitzschia acuta	2
N. denticula	12
Opephora Martyi	9
Pinnularia gibba	8
P. major	2
P. interrupta	25
P. viridis	4
Stephanodiscus astraea	12
— v. *minutula*	4
Surirella linearis v. *helvetica*	2
Synedra amphicephala	2
S. ulna v. *aequalis*	4
— v. *biceps*	2
Tabellaria fenestrata	2

Nous trouvons donc dans la couche supérieure de craie, d'une puissance de 1,70 m, une flore subfossile qui peu à peu se rapproche de la flore actuelle. L'association *Amphora-Mastogloia*, qui caractérise la partie inférieure des sédiments, a disparu pour faire place à une plus large communauté dominée par les *Cyclotella* et *Gomphonema* et dans laquelle les *Navicula*, les *Cymbella* et *Eunotia arcus* prennent une place assez importante. Les diagrammes 5 et 6 montrent cette évolution.




Diagramme 5 : à 1,50 m

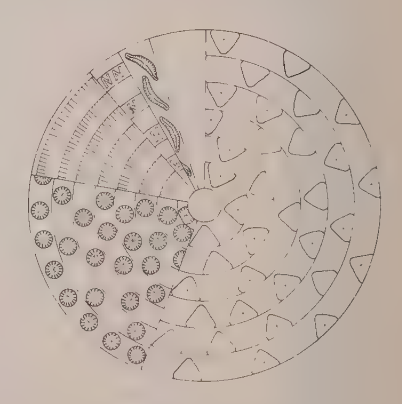


Diagramme 6 : à 0,05 m

Répartition des diatomées dans la couche supérieure de craie lacustre.

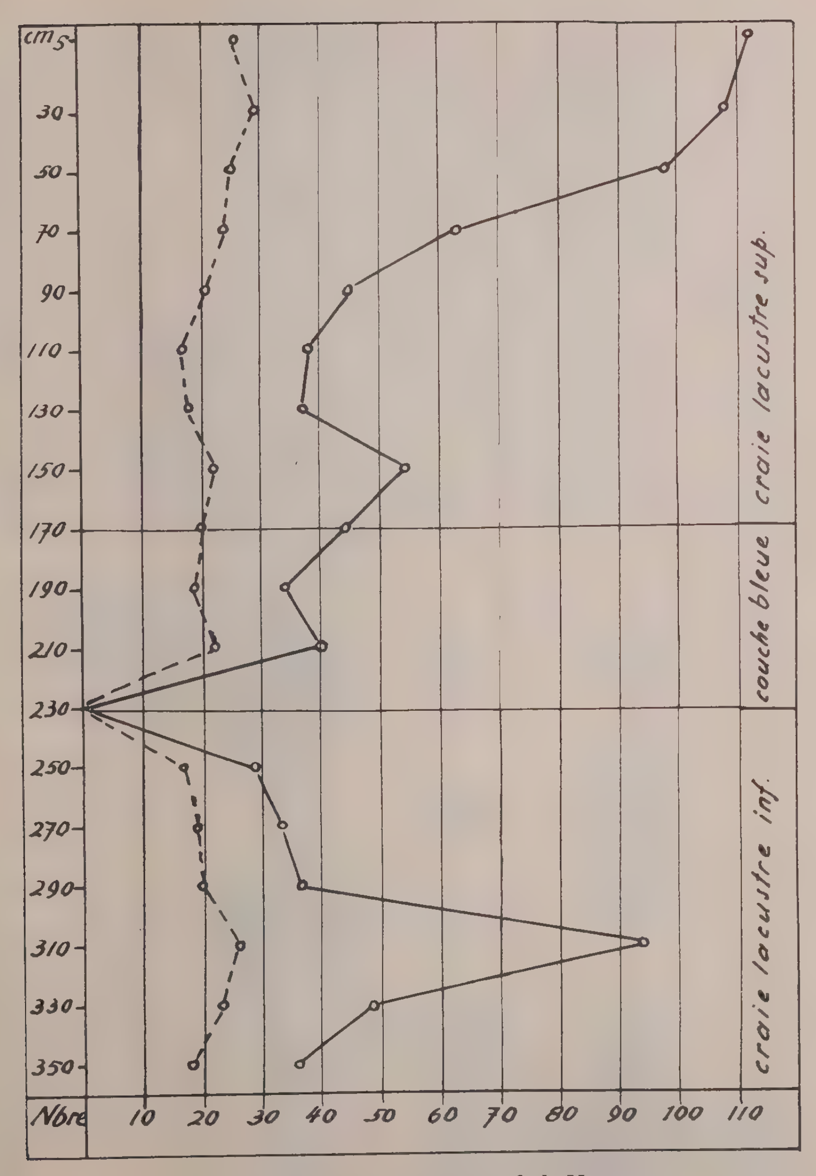


Fig. 2. Diatomées des sédiments de la Motte.

- - - - - - - Nombre de genres.

———— Nombre d'espèces et var.

Remarques générales

Une vue d'ensemble des résultats de nos analyses est fournie par la figure 2. Les diatomées, absentes dans les premiers échantillons prélevés au-dessus du point de contact avec le dépôt morainique, se développent à partir de la cote 3,50 m et atteignent un maximum à 3,10 m ; une brusque régression de la flore intervient à 2,90 m pour aboutir à la disparition totale à 2,30 m, point de contact avec la couche de transition bleue. Un lent développement est constaté, suivi d'une nouvelle régression (quoique faible) à la cote 1,90 m située encore dans la couche bleutée. Dès le début de la couche de craie superposée intervient une légère progression jusqu'à 1,50 m. Les échantillons prélevés à 1,30 m et 1,10 m montrent à nouveau une légère baisse à laquelle succède un développement progressif jusqu'au sommet de la dernière couche.

Nous avons vu que parmi les composantes de la flore ce sont les genres *Amphora*, *Mastogloia*, *Cyclotella* et *Gomphonema* qui jouent un rôle dans nos dénombrements. En faisant la somme des individus de ces quatre genres trouvés dans nos échantillons, nous pouvons calculer les pourcentages. La figure 3 montre clairement la substitution de ces dominantes à partir de la couche de transition bleue :

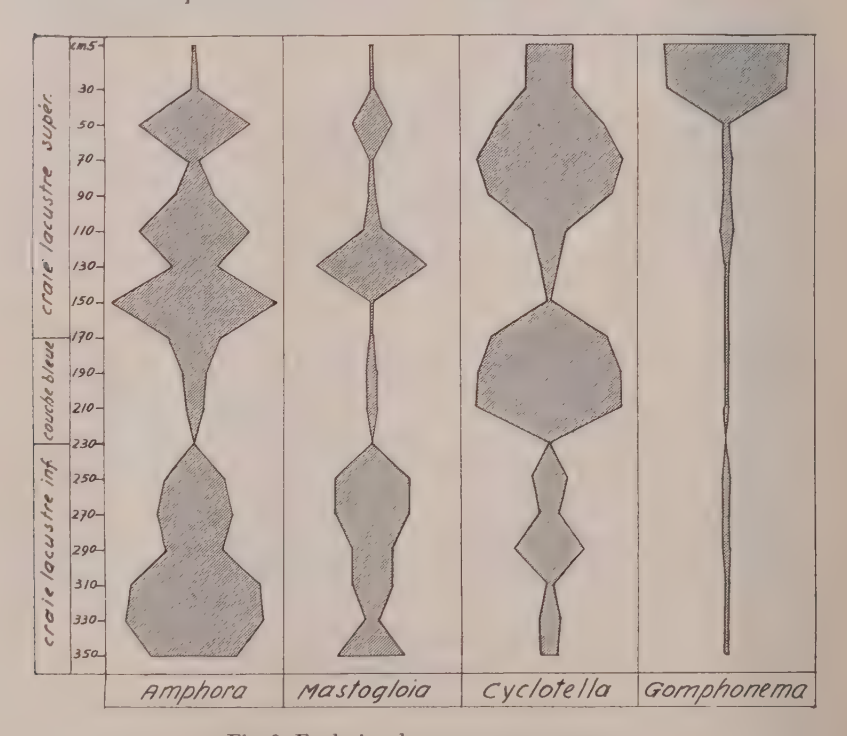


Fig. 3. Evolution de quatre composantes.

Notons enfin que les genres *Epithemia* et *Rhopalodia* ne sont représentés que par de rares exemplaires. Comme il s'agit de diatomées épiphytes, il est permis de supposer qu'aucune végétation ne s'est développée sur la Motte ; la présence de quelques individus est fortuite, elle est due aux courants.

Dans notre étude des diatomées du lac de Neuchâtel (1960) nous avons signalé l'absence dans les sédiments des espèces planctoniques. Il est possible qu'*Asterionella formosa* n'ait pas été conservée en raison de sa fragilité. Par contre la rareté de *Melosira islandica* ssp. *helvetica* et de *Tabellaria fenestrata*, espèces plus robustes, est surprenante.

Nous avons signalé également la présence de diatomées fossiles d'origine marine et attribué ce fait à l'érosion des terrains secondaires ou tertiaires entourant le lac ou traversés par l'Areuse.

Nos sédiments abritent en outre les restes d'une microfaune qu'il serait profitable d'étudier. Parmi les *Rhizopodes* nous avons repéré *Nebela*, *Euglypta*, *Arcella*, entre autres. Les *Cladocères* sont nombreux : *Eurycercus lamellatus* est commun : il est accompagné des représentants des genres *Bosmina*, *Acroperus*, *Alona*, *Camptocercus*, *Chydorus*, *Peracantha*. Enfin des spicules de *Spongilla* ont été trouvés à différents étages.

Il est probable que les sédiments déposés sur la Motte présentent des lacunes dues à l'abrasement par les vagues. Leur importance est difficile à déterminer. Il serait par conséquent désirable d'entreprendre l'étude de couches ne présentant aucune lacune ; la comparaison des résultats donnerait certainement des renseignements intéressants.

BIBLIOGRAPHIE

A la liste complète des ouvrages consultés, donnée dans notre étude des diatomées du lac de Neuchâtel (*Bull. Soc. neuch. Sc. nat.*, t. 83, 1960), il convient d'ajouter :

Donászy, Ernõ. — (1959). Das Leben des Szelider Sees. *Budapest.*

Quartier, A. — (1959). Note préliminaire concernant les sédiments du lac de Neuchâtel. *Rev. suisse Hydrol.* 21 (1) : 1-6.

Tableau des diatomé

	Craie lacustre supérieure							
Profondeur cm	5	30	50	70	90	110	130	150
Nombre de préparations examinées	2	2	3	3	3	3	3	3
Achnanthes								
affinis Grunow	4	3	.	.	.	.	1	.
Clevei Grunow	6	8	15	.	.	9	.	39
— v. *rostrata* Hustedt	.	2	.	1	.	.	.	.
conspicua A. Mayer	3	.	1	1	.	.	.	15
delicatula Kützing	.	.	.	.	.	.	.	.
exigua v. *heterovalvata* Krasske	.	.	.	.	.	.	.	2
exilis Kützing	.	3	2	.	.	.	.	.
flexella (Kütz.) Brun	5	7	5	1	1	.	1	2
— v. *alpestris* Brun	.	.	.	.	.	.	.	.
lanceolata Brébisson	2	.	.	.	.	.	1	.
— v. *elliptica* Cleve	.	1	.	.	.	1	.	.
— v. *rostrata* Hustedt	2	.	2	1	.	.	.	.
lapidosa Krasske	.	.	.	.	.	.	.	4
lapponica Hustedt	2	3	.	.	.	.	.	.
linearis W. Smith	.	.	.	.	.	.	.	2
— v. *pusilla* Grunow	.	.	.	.	.	.	.	1
microcephala Kützing	6	2	1	.	.	.	.	.
minutissima Kützing	.	7	2	.	.	.	.	.
— v. *cryptocephala* Kützing	.	.	.	.	.	.	1	.
trinodis Arnott	.	1	2	1	.	.	.	.
Amphora								
ovalis Kützing	4	12	197	4	14	21	2	9
— v. *lybica* (Ehr.) Cleve	9	39	197	25	111	117	87	43
— v. *pediculus* Kützing	12	21	48	8	6	47	9	680
perpusilla Grunow	.	.	.	.	.	4	.	.
Anomoeoneis								
exilis (Kütz.) Cleve	2	6	1	1	.	.	.	.
— v. *lanceolata* A. Mayer	14	.	.	.	.	.	.	.
serians v. *brachysira* (Bréb.) Hustedt	12	2	.	.	.	.	1	.
styriaca (Grun.) Hustedt	.	3	.	2	.	.	.	.
Caloneis								
alpestris Grunow-Cleve	2	4	3	.	.	.	.	10
— v. *inflata* Pantocsek	.	1	.	.	.	.	.	.

sédiments du lac de Neuchâtel

Couche bleue				Craie lacustre inférieure					
170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
3	3	6	3	3	5	3	3	6	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	4	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	2	1
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
77	8	16	.	10	22	27	37	76	21
61	3	5	.	74	143	21	194	458	54
3	17	7	.	1	20	5	14	8	6
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	.	3	.	.	.	1	3	18	2
.	.	.	.	.	.	.	2	17	1

	Craie lacustre supérieure							
Profondeur cm	5	30	50	70	90	110	130	150
Nombre de préparations examinées	2	2	3	3	3	3	3	3
bacillum (Grun.) Mereschkowsky	4	3	7	2	.	.	.	11
— v. *lancettula* (Schulz) Hustedt	.	.	.	.	.	1	.	.
latiuscula (Kütz.) Cleve	2	.	.	.	1	.	.	.
obtusa (W. Smith) Cleve	.	.	1	.	.	.	.	.
Schumanniana (Grun.) Cleve	2	2	1	.	.	.	.	.
— v. *biconstricta* Grunow	.	.	.	.	.	.	.	.
silicula (Ehr.) Cleve	4	2	.	.	.	.	.	.
— v. *truncatula* Grunow	5	.	4	.	1	.	.	3
Campylodiscus								
noricus Ehrenberg	3	.	5	.	.	1	.	1
Cocconeis								
diminuta Pantocsek	.	.	.	2	.	.	.	.
disculus Schumann	7	8	1	.	.	.	.	.
placentula Ehrenberg	.	.	.	.	.	.	.	16
— v. *euglypta* (Ehr.) Cleve	43	42	22	9	5	1	4	101
— v. *klinoraphis* Geitler	.	.	.	.	.	.	.	.
— v. *lineata* (Ehr.) Cleve	.	.	.	.	.	.	.	.
thumensis A. Mayer	2	.	.	.	.	.	.	.
Cyclotella								
bodanica Eulenstein	6	12	.	1	2	3	.	.
comensis Grunow	4	7	.	8	.	1	.	.
comta (Ehr.) Kützing	420	325	288	120	24	29	12	6
distinguenda Hustedt	112	81	57	22	39	5	4	4
Kützingiana Thwaites	179	42	322	262	332	14	22	13
ocellata Pantocsek	8	.	14	.	.	3	.	.
styriaca Hustedt	94	35	136	12	2	3	1	.
Cymatopleura								
Brunii Petit	4	5	6	1	.	.	.	.
elliptica (Bréb.) W. Smith	3	3	4	.	.	.	.	1
— v. *constricta* Grunow	2	.	.	.	.	.	.	.
solea (Bréb.) W. Smith	2	.	.	1	.	.	.	.
— v. *apiculata* (W. Smith) Ralfs	3	2	.	.	.	.	.	.
Cymbella								
affinis Kützing	4	.	2	2	.	1	1	.
amphicephala Naegeli	.	.	.	.	.	.	.	1

Couche bleue				Craie lacustre inférieure					
170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
3	3	6	3	3	5	3	3	6	9
3	.	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	1	1	.	.	2	1	12	35	14
2	.	.	.	.	.	1	2	.	.
3	.	.	.	1	.	.	2	.	.
.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
8	13	3	.	.	6	1	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	1	2	1
.	7	3	.	.	.	.	.	.	.
4	1	1	.	1	.	7	4	1	.
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	13	15	.	7	11	18	6	3	2
53	12	45	.	7	31	27	.	1	2
253	145	168	.	36	7	21	4	78	13
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	1	.	1	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	.	.	1	.	.	2	3	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	1	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	Craie lacustre supérieure							
Profondeur cm	5	30	50	70	90	110	130	150
Nombre de préparations examinées	2	2	3	3	3	3	3	3
amphyoxis (Kütz. ?) Grunow	2	.	.	.	.	.	.	.
austriaca Grunow	8	.	1	.	.	.	.	.
Brehmii Hustedt	.	.	.	.	.	.	.	1
Cesatii (Rabh.) Grunow	.	.	.	.	.	.	.	.
cistula (Hemprich) Grunow	3	.	4	.	.	.	.	.
cymbiformis (Ag. ? Kütz.) Van Heurck	4	3	.	1	.	.	.	.
delicatula Kützing	7	2	4	1	.	.	.	.
Ehrenbergii Kützing	5	6	7	2	1	.	1	15
helvetica Kützing	3	.	.	2	.	.	.	.
Hustedtii Krasske	.	.	.	.	.	.	.	.
hybrida Grunow	4	3	1	.	.	.	.	.
incerta Grunow	.	3	2	1	.	.	.	.
laevis Naegeli	.	.	.	1	.	.	.	.
leptoceros (Ehr. ?) Grunow	18	12	12	9	2	.	.	5
microcephala Grunow	.	.	.	.	.	.	.	1
naviculiformis Auerswald	4	.	.	.	.	.	.	.
norvegica Grunow	.	.	.	.	.	.	.	.
obtusa Gregory	.	5	.	.	.	.	.	.
prostrata (Berkeley) Cleve	29	8	5	1	.	.	.	.
Reinhardtii Grunow	.	.	.	.	.	.	.	3
sinuata Gregory	3	.	2	.	.	.	1	1
similis Krasske	1	.	.	.	.	.	.	.
thumensis A. Mayer	4	2	10	1	.	7	.	39
tumidula Grunow	.	1	.	.	.	.	1	.
turgiga (Greg.) Cleve	.	2	.	1	.	.	.	.
ventricosa Kützing	.	2	2	.	.	.	.	1
Denticula								
tenuis Kützing	2	2	.	.	.	.	.	.
— v. *crassula* (Naegeli) Hustedt	7	5	9	16	1	.	.	.
Diploneis								
domblittensis v. *subconstricta* A. Cleve	2	3	2	.	.	.	.	.
elliptica (Kütz.) Cleve	3	5	.	2	.	.	.	.
— v. *ladogensis* Cleve	6	2	1	.	.	4	1	.
Mauleri (Brun) Cleve	5	8	8	1	2	.	.	.
oculata (Bréb.) Cleve	.	.	.	.	.	.	.	1
ovalis (Hilse) Cleve	.	.	.	.	.	.	.	.
— v. *oblongella* (Naeg.) Cleve	3	.	.	.	.	.	.	.
puella (Schum.) Cleve	4	12	5	.	1	.	2	1

Couche bleue				Craie lacustre inférieure					
170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
3	3	6	3	3	5	3	3	6	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	1	.	.	.	.	.	2	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	1	.	.	.	1	.	.	.	.
.	.	1	.	.	1	.	1	.	1
1	.	1	.	1	11	2	10	18	.
1	.	.	.	.	.	.	1	2	.
.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	3	.	.	2	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
3	3	6	.	.	.	.	3	7	3
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	2	.	1	.	.
.	.	2	.	1	3	.	1	1	2
.	.	.	.	.	2	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	1	2	.	.
1	.	.	.	.	1	2	.	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	9	7	4	.	.
.	1	.	.	.	.	1	1	.	.
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	.	.	.	.	.	2	2	2
1	.	1	.	.	.	2	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	1	.	.
.	2	1	.	.	.	2	2	.	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	2	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	1	.	2	.	.

	Craie lacustre supérieure							
Profondeur cm	5	30	50	70	90	110	130	150
Nombre de préparations examinées	2	2	3	3	3	3	3	3
Epithemia								
argus Kützing	.	.	.	.	.	.	.	.
— v. *alpestris* Grunow	.	.	.	.	.	.	.	.
Mulleri Fricke	3	2	1	.	.	.	.	.
sorex Kützing	.	1	.	.	.	.	.	.
turgida (Ehr.) Kützing	.	.	.	.	.	.	.	1
zebra v. *porcellus* (Kütz.) Grunow	.	.	.	.	.	.	.	.
Eunotia								
arcus Ehrenberg	390	221	56	41	23	12	7	3
— v. *fallax* Hustedt	12	.	.	.	.	.	.	.
praerupta Ehrenberg	3	.	.	.	.	1	.	.
Fragilaria								
brevistriata Grunow	4	10	5	1	1	2	9	30
capucina Desmazières	.	.	.	.	.	.	.	.
construens v. *venter* (Ehr.) Grunow	4	3	7	2	2	3	.	.
— v. *binodis* (Ehr.) Grunow	2	2	4	.	.	1	.	.
— v. *triundulata* Reichelt	.	.	3	.	.	.	.	.
crotonensis Kitton	.	.	.	.	.	.	.	.
intermedia Grunow	2	.	5	3	.	.	.	.
lapponica Grunow	3	.	1	.	.	.	.	.
leptostauron (Ehr.) Hustedt	4	2	10	.	1	.	1	.
— v. *dubia* Grunow	.	.	.	.	.	.	.	.
pinnata Ehrenberg	12	4	11	9	3	6	4	8
Gomphonema								
angustatum (Kütz.) Rabenhorst	22	.	.	.	.	.	.	.
gracile Ehrenberg	53	.	2	.	1	.	.	.
helveticum Brun	8	.	.	.	.	.	.	.
intricatum Kützing	465	616	24	11	5	.	.	.
— v. *pumila* Grunow	1379	432	46	41	16	21	10	6
lanceolatum Ehrenberg	12	.	.	.	.	.	.	.
longiceps Ehrenberg	135	169	13	.	.	.	.	.
— fo. *gracilis* Hustedt	49	.	.	.	.	.	.	.
olivaceum (Lyngb.) Kützing	3	32	.	.	.	.	.	.
— v. *calcarea* Cleve	2	.	.	.	.	.	.	.
tenellum Kützing	5	.	.	.	.	.	.	.
tergestinum (Grun.) Fricke	.	7	.	.	.	.	.	.

Couche bleue				Craie lacustre inférieure					
170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
3	3	6	3	3	5	3	3	6	9
.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	4	.	.	.	.	.	.	.	.
22	1	2	.	44	33	9	2	5	3
.	.	.	.	.	3	.	.	.	.
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	13	5	.	2	6	7	4	1	1
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	1	.	.	.	8	2	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	2	1	1
.	2	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
1	.	.	.	.	4	5	4	2	.
.	.	1	.	3	.	.	2	.	2
3	4	2	.	1	4	18	4	5	7
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	5	1
7	1	5	.	10	14	7	2	8	4
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	Craie lacustre supérieure							
Profondeur cm	5	30	50	70	90	110	130	150
Nombre de préparations examinées	2	2	3	3	3	3	3	3
Gyrosigma								
acuminatum (Kütz.) Rabenhorst	3	3	.	.	.	.	.	3
attenuatum (Kütz.) Rabenhorst	6	4	1	6	3	4	.	2
Kützingii (Grun.) Cleve	.	.	.	.	.	.	.	.
Mastogloia								
elliptica v. *dansei* (Thw.) Grunow	.	.	.	.	.	.	2	.
Grevillei W. Smith	.	.	1	.	1	.	.	2
Smithii Thwaites	4	2	5	1	1	.	22	.
— v. *lacustris* Grunow	16	15	24	5	21	35	217	4
Melosira								
granulata v. *angustissima* O. Muller	.	1	.	.	.	.	.	.
islandica ssp. *helvetica* O. Muller	.	2	.	1	.	.	.	.
Navicula								
abiskoensis Hustedt	4	9	.	.	.	.	.	.
anglica Ralfs	.	.	.	.	.	.	.	.
bacilliformis Grunow	58	103	19	16	4	24	.	.
bacillum Ehrenberg	.	.	.	.	.	.	.	.
cari Ehrenberg	.	.	.	1	.	.	.	.
cincta (Ehr.) Kützing	.	2	.	.	.	.	.	.
contenta Grunow	.	.	.	.	.	.	.	1
cryptocephala Kützing	.	.	.	.	.	.	.	.
— v. *intermedia* Grunow	.	.	.	.	.	.	.	.
diluviana Krasske	.	12	5	2	2	2	20	4
gastrum Ehrenberg	.	2	.	.	.	.	.	.
gracilis Ehrenberg	.	2	.	.	.	.	.	.
hasta Pantocsek	.	1	.	.	.	.	.	.
Krasskei Hustedt	.	.	.	.	1	.	.	.
lacustris Gregory	.	.	.	1	.	.	.	.
laterostrata Hustedt	.	1	.	.	.	.	.	.
minuscula Grunow	.	.	.	.	.	.	1	.
oblonga Kützing	12	7	4	.	.	.	.	.
placentula Ehrenberg	3	6	1	.	.	.	.	4
— fo. *lanceolata* Grunow	.	.	.	.	.	.	.	.
— fo. *latiuscula* (Grun.) Meister	.	.	.	.	.	.	.	.

Couche bleue				Craie lacustre inférieure					
170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
3	3	6	3	3	5	3	3	6	9
51	20	6	.	.	.	.	.	.	.
16	15	15	.	.	2	2	2	1	2
.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	2	12	1	1	1	.
1	.	.	.	.	1	.	.	.	.
.	.	.	.	3	3	2	6	1	.
9	12	18	.	98	164	35	72	53	63
.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	1	.	.	1	.	4	.	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	3	.	.
1	.	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
2	4	.	.	2	46	65	11	10	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.

	Craie lacustre supérieure							
Profondeur cm	5	30	50	70	90	110	130	150
Nombre de préparations examinées	2	2	3	3	3	3	3	3
— fo. *rostrata* A. Mayer	.	.	.	.	.	.	.	.
pupula Kützing	.	4	.	.	.	.	.	.
— v. *aquaductae* (Krasske) Hustedt	.	.	.	1	.	.	.	.
— v. *capitata* Hustedt	.	2	.	.	.	.	.	.
— v. *rectangularis* (Greg.) Grunow	5	.	.	2	1	.	.	.
radiosa Kützing	.	5	3	.	.	.	.	.
Reinhardtii Grunow	2	.	2	.	1	.	.	.
rotunda Hustedt	5	10	9	.	.	.	.	.
Schönfeldii Hustedt	2	.	1	.	.	3	.	.
scutelloides W. Smith	6	7	18	1	2	25	.	1
seminulum Grunow	.	.	1	.	.	.	.	.
subhamulata Grunow	.	.	.	.	.	.	.	1
— v. *undulata* Hustedt	.	.	.	.	.	.	1	1
tuscula (Ehr.) Grunow	3	4	10	1	.	2	1	30
— fo. *obtusa* Hustedt	.	.	.	.	.	.	.	.
ventralis Krasske	.	.	.	.	.	.	1	.
vulpina Kützing	4	6	1	1	.	.	.	.
Neidium								
affine (Ehr.) Cleve	2	2	.	.	1	.	.	.
— v. *amphirhynchus* (Ehr.) Cleve	.	.	.	.	.	.	2	.
dubium (Ehr.) Cleve	3	4	2	1	.	.	.	.
— fo. *constricta* Hustedt	.	.	1	.	.	.	.	.
iridis (Ehr.) Cleve	.	.	1	.	.	.	.	.
— fo. *vernalis* Reichelt	.	3	2	.	.	.	.	.
— v. *amphigomphus* (Ehr.) Van Heurck	.	2	.	.	.	2	.	1
Kozlowi Mereschkowsky	.	.	.	.	.	.	.	.
productum (W. Smith) Cleve	1	.	.	.	.	.	.	.
Nitzschia								
acuta Hantzsch	2	.	.	.	.	.	.	.
amphibia Grunow	.	1	.	.	.	.	.	.
communis Rabenhorst	.	.	.	1	.	.	.	.
denticula Grunow	12	12	27	20	8	.	1	1
— v. *Delognei* Grunow	.	.	.	.	.	.	.	.
paleacea Grunow	.	1	1	.	.	.	.	.
recta Hantzsch	.	.	2	.	.	.	.	.
Opephora								
Martyi Héribaud	9	4	16	2	2	1	2	1

Couche bleue				Craie lacustre inférieure					
170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
3	3	6	3	3	5	3	3	6	9
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	2	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	2	.	7	4	2	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	1	.	.	.	2	2	.	.
.	.	.	.	.	1	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	2	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	6	7	.
1	.	.	.	.	.	2	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	3	1	.	.
3	2	2	.	.	.	.	4	21	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	1	4	.	.	.	5	2	1	.
.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	8	5	.	4	13	9	18	10	7

	Craie lacustre supérieure							
Profondeur cm	5	30	50	70	90	110	130	150
Nombre de préparations examinées	2	2	3	3	3	3	3	3
Pinnularia								
borealis Ehrenberg	.	.	.	.	1	.	.	.
gibba Ehrenberg	8	3	3	.	.	2	.	.
— v. *linearis* Hustedt	.	5	.	.	.	.	.	.
interrupta W. Smith	25	21	19	3	5	34	8	1
major (Kütz.) Cleve	2	2	1	1	.	.	.	.
microstauron (Ehr.) Cleve	.	.	1	.	.	.	.	.
molaris Grunow	.	.	1	.	.	.	.	.
viridis (Nitzsch) Ehrenberg	4	4	.	7	4	1	.	2
Rhopalodia								
parallela (Grun.) O. Muller	.	.	.	.	.	.	.	.
Stauroneis								
phoenicenteron Ehrenberg	.	1	.	.	.	.	1	.
prominula (Grun.) Hustedt	.	5	.	.	.	.	.	.
Stephanodiscus								
astraea (Ehr.) Grunow	12	8	1	2	2	1	.	1
— v. *minutula* (Kütz.) Grunow	4	.	4	.	.	.	1	.
Surirella								
angusta Kützing	.	1	.	.	.	.	.	.
birostrata Hustedt	.	1	.	.	.	.	.	.
linearis v. *helvetica* (Brun.) Meister	2	3	3	1	1	.	.	1
ovata Kützing	.	1	.	.	.	.	.	.
Synedra								
amphicephala Kützing	2	.	.	.	.	.	.	.
affinis v. *fasciculata* (Kütz.) Grunow	.	.	1	.	.	.	.	.
capitata Ehrenberg	.	.	1	.	.	.	.	.
ulna (Nitzsch) Ehrenberg	.	.	.	.	1	.	.	.
— v. *aequalis* (Kütz.) Hustedt	4	3	.	.	.	.	.	.
— v. *biceps* (Kütz.) Schönfeld	2	.	.	.	.	.	.	.
Vaucheriae Kützing	.	.	1	.	.	.	.	.
Tabellaria								
fenestrata (Lyngb.) Kützing	2	2	.	1	.	.	.	.
flocculosa (Roth) Kützing	.	.	.	.	.	.	.	.

Couche bleue				Craie lacustre inférieure					
170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
3	3	6	3	3	5	3	3	6	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
5	.	.	.	1	72	15	22	35	6
1	.	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	1	.	.	.	.	.	2	4	1
.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	4	.	2	8	7	1	3	1
.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	.	1	.	.	2	.	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	1	.	.	.	.	.	1	.
.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	2	.	.	4	.	2	1	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.

INSTITUT DE BOTANIQUE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL
Directeur : Professeur Claude Favarger

CYTOTAXINOMIE ET CYTOGÉOGRAPHIE DE *VERONICA PROSTRATA* L.

par

JEAN-PIERRE BRANDT

AVEC 2 FIGURES, 2 DIAGRAMMES ET 2 CARTES

> Pour comprendre un être, il ne suffit plus d'avoir énuméré ses caractères... il faut avoir (au moins d'une façon approximative et provisoire) reconstitué son histoire organique, expliqué son entourage biologique, rendu vraisemblable sa distribution géographique.
>
> Pierre TEILHARD DE CHARDIN, « Histoire naturelle du monde », *Scientia*, 1925.

INTRODUCTION

Le présent travail a déjà été partiellement présenté, sous le titre « *Veronica prostrata* en Suisse », à la Société botanique suisse, en septembre 1957 lors de la session annuelle de la S. H. S. N. ; mais, désireux de le compléter, nous en avions renvoyé la publication.

Un subside de la Commission de recherches de la Société helvétique des Sciences naturelles nous a permis de l'achever dans un délai plus bref, aussi nous exprimons notre reconnaissance au président de cette commission, M. le professeur J. de Beaumont, ainsi qu'à tous ses membres.

Notre profonde gratitude va surtout à notre cher maître, le professeur Cl. Favarger, qui a mis un laboratoire à notre disposition et nous a beaucoup encouragé dans notre travail, en le suivant avec intérêt et bienveillance, en nous accordant aide et conseils.

Nous remercions enfin tous ceux qui nous prêtèrent du matériel ou nous donnèrent des renseignements : MM. les directeurs des Conservatoires botaniques de Genève, de Zurich et de Munich ; MM. les Dr E. Sulger-Büel et Dr E. Furrer, de Zurich ; puis MM. Cl. Farron, assistant à l'Institut de botanique, Ch. Guyot, instituteur aux Taillères, et R. Closuit, de Martigny.

I. Problème posé par *Veronica prostrata* L.

A. Historique

Précisons d'abord la position systématique de *Veronica prostrata* à l'intérieur du genre. Cette espèce fait partie de la section *Chamaedrys* Koch et Grisebach. Koch (1836) a, en plus, créé une subdivision pour les plantes munies d'un calice à cinq divisions, groupe appelé plus tard les *Pentasépales*.

Selon Lehmann, ce caractère serait inconstant. Toutefois, sur un très abondant matériel, examiné en herbiers ou dans la nature, nous n'avons jamais observé des exemplaires de cette sous-section, présentant, par inflorescence, une majorité de fleurs à 4 sépales. La pentasépalie nous paraît donc suffisamment établie pour que l'emploi de ce caractère dans les clefs de détermination se justifie pleinement.

Parmi les Pentasépales peuvent être rangées plusieurs espèces de la section *Chamaedrys*, dont certaines géographiquement éloignées les unes des autres ; c'est ce qu'ont fait Bentham (1846), Wettstein (1895) puis Römpp (1928).

Par contre Wulff (1915), puis Riek (1935) ont préconisé des subdivisions tenant davantage compte de la répartition géographique, ainsi que d'autres caractères comme la forme des capsules et des graines.

L'ancien groupe des Pentasépales *sensu lato* a donc été réparti dans les *Austriacae*, les *Hispano-Africanae*, les *Anatolico-Lycicae*, les *Orientales*, etc., lesquelles contiennent également des tétrasépales.

Seule la sous-section des *Austriacae* nous intéresse et, dans ce groupe, les trois seules espèces qui, pour Wulff, le constituent, à savoir *Veronica Teucrium*, *V. prostrata* et *V. Austriaca*.

Ces espèces présentent ceci de particulier :

1° des aires de répartition géographique se recouvrant presque : celles de *V. prostrata* et de *V. Austriaca* étant plus restreintes et comprises à l'intérieur de celle de *V. Teucrium* ;

2° une parenté morphologique frappante pour certains caractères importants : disposition des inflorescences, pentasépalie, forme des capsules et des graines, par exemple ;

3° des affinités écologique suffisamment voisines pour renforcer l'idée de leur communauté d'origine ;

4° des rapports simples entre leurs nombres chromosomiques, tous multiples de 8.

La similitude morphologique a conduit Bentham et d'autres auteurs à réunir les deux premières espèces en une seule ; *V. Teucrium*, alors que d'autres : Thurmann, Kusnezow, Bonnier, Rouy et Foucauld, Spinner, Fournier ont parlé d'une espèce collective pour les trois.

En outre, les confusions dues à cette parenté sont fréquentes dans les herbiers et même dans des flores, surtout locales.

Watzl (1910) a consacré une bonne monographie à ces trois espèces et a proposé pour elles les divisions suivantes (nous nous en tenons aux sous-espèces) :

1° *Veronica prostrata* L. (pas de sous-espèces).

2° *Veronica Teucrium* L., 4 sous-espèces :
I. *pseudochamaedrys* (Jacq.) Nym.
II. *crinita* (Kit.) Vel.
III. *orsiniana* (Ten.) Watzl.
IV. *altaica* Watzl.

3° *Veronica Austriaca* L., 3 sous-espèces :
I. *dentata* (Schmidt) Watzl.
II. *Jacquini* (Baumg.) Maly.
III. *orbiculata* (Kerner) Maly.

En plus, des hybrides divers dont l'existence est très discutable.

Or, malgré cette amélioration taxinomique et la plus grande facilité à distinguer les représentants du groupe des *Austriacae* qui en découle, certains faits ont échappé à Watzl. Un élève de Lehmann, Scheerer, a travaillé sur ces espèces et a mis ces faits en évidence (1937) mais sans étendre son étude à beaucoup de populations. Cela nous a incité à nous intéresser aux exemplaires de notre pays, puis, à la suite d'observations déjà publiées (1952, 1953), à nous occuper plus spécialement de *V. prostrata*. Nous nous décidons maintenant à communiquer ce que nous savons de cette espèce et, en particulier, notre conviction qu'il faut la diviser en deux sous-espèces bien distinctes, l'une diploïde à fleurs bleu pâle, l'autre tétraploïde à fleurs d'un bleu plus foncé.

Quoique conscient de l'imperfection de ce que nous allons exposer (il nous a fallu remettre à plus tard l'étude de certaines questions qui se sont posées en cours de route), nous croyons qu'il est maintenant urgent de publier cette mise au point ; voici pourquoi :

La méconnaissance par les floristes et les phytosociologues des deux sous-espèces de *V. prostrata* est la cause de maintes hésitations dans les déterminations. Bien plus, on a tendance à nommer *V. austriaca dentata*, la sous-espèce tétraploïde de *V. prostrata*, car ces deux plantes ont des fleurs de même couleur. Cette erreur, de plus en plus fréquente dans des travaux historiques et phytogéographiques, pourrait, si elle se perpétuait, provoquer d'autres confusions et des interprétations discutables.

Comme nous le verrons par quelques exemples, certains auteurs avaient de fort bonnes raisons de se tromper, en particulier si l'une des sous-espèces leur était beaucoup plus familière que l'autre. D'autre part, il faut reconnaître que, sans la cytologie, la confusion aurait subsisté longtemps et que seule cette méthode permet une distinction absolument sûre des sous-espèces.

Le problème posé par *V. prostrata* a déjà été signalé par le botaniste neuchâtelois Ch. H. Godet qui, dans sa « Flore du Jura » (1853), avoue avoir été embarrassé par la plante de l'Ajoie que lui a envoyée Thurmann. Après avoir opté pour *V. dentata* (1851), il revient en arrière et, tout en déclarant que cette Véronique n'est pas du *prostrata* authentique, il conclut à une forme intermédiaire entre *V. Teucrium* et *V. prostrata* ou entre *V. Teucrium*, *V. prostrata* et *V. dentata* mais, « d'après les fleurs, ajoute-t-il, c'est plutôt une *V. Teucrium* ou une *V. dentata* ».

Ce que Godet considère comme du *Veronica prostrata* authentique est une plante qu'il a rencontrée et récoltée en Russie, à fleurs plus petites et plus claires, soit notre sous-espèce diploïde.

D'autre part, comme Godet connaissait le *V. dentata* de la vallée de La Brévine, il est compréhensible, mais néanmoins remarquable, qu'il se soit refusé à confondre cette dernière espèce avec le *Veronica prostrata* litigieux, comme l'ont fait bien d'autres par la suite. Sans vouloir critiquer ceux-ci et sans croire qu'une erreur de détermination si facile à faire puisse mettre en doute la valeur de leurs travaux, nous croyons bon de signaler quelques noms, afin que les éventuels lecteurs de ces études les corrigent d'eux-mêmes, sur ce seul point d'ailleurs.

C'est d'abord Naegeli qui, dans de nombreux articles (1898 à 1933) sur l'histoire de la végétation du nord de la Suisse et du sud de l'Allemagne, a de plus en plus incliné vers la seule présence de *V. austriaca dentata* dans les régions dont il parle. Après avoir étiqueté ses exemplaires de Diessenhofen, récoltés en 1905, *V. prostrata*, il change d'avis et tout ce qu'il récoltera par la suite dans la Souabe voisine, il le nommera *V. austriaca*, accusant les floristes allemands de se tromper eux-mêmes. Or, un contrôle dans l'herbier personnel de cet auteur ne nous a fait reconnaître que du *V. prostrata* tétraploïde pour l'une et l'autre dénomination ! Notons que F. Brunner de Diessenhofen, dont Naegeli parle à plusieurs reprises, cite en 1882 *V. prostrata* et *V. dentata* dans cette localité ; mais, également ici, tous les exemplaires que nous avons pu examiner, provenant de cet auteur, sont du *V. prostrata* tétraploïde. En 1915, H. Brunner a encore vu *V. prostrata*, mais tout à fait isolé.

Après Naegeli, Kummer (1945) cite *V. austriaca dentata* pour Diessenhofen et le Hegau. Il mentionne aussi *V. prostrata* dans ces régions et invoque l'autorité de Ronniger de Vienne pour l'exacte détermination de ses exemplaires. Le Dr Sulger-Büel, auquel se réfère également Kummer, nous a communiqué de ces *V. prostrata* et *V. austriaca* déterminés par Ronniger : tous sont des *V. prostrata* tétraploïdes !

Jusqu'à présent, pour la Souabe, nous n'avons pas encore vu d'exsiccata de *V. austriaca dentata* provenant de localités situées au sud-ouest de Nördlingen.

Tout ce que Naegeli avance au sujet de *V. austriaca dentata* nous paraît donc devoir être rapporté au *V. prostrata* tétraploïde.

Braun-Blanquet et Moor (1938) ont affirmé qu'il était peu probable que *V. prostrata* soit présent en Allemagne du sud, ni surtout en

France. Ils corrigent les relevés de quelques auteurs, en particulier ceux d'ALLORGE sur le Vexin français (1922), en remplaçant les vocables *V. prostrata* par *V. austriaca*. Or nous sommes bien persuadé qu'ALLORGE, comme beaucoup d'auteurs de monographies phytogéographiques de diverses régions de la France, est dans le vrai. Comme à la suite de cette rectification prématurée de BRAUN-BLANQUET, plusieurs phytosociologues citent *V. austriaca* dans des associations où la présence de *V. prostrata* nous paraît plus plausible, il s'avère de plus en plus difficile de différencier l'écologie de ces deux espèces !

La conclusion de BRAUN-BLANQUET s'explique car le *Veronica prostrata* diploïde à fleurs claires, répandu dans le Haut-Tyrol et dans la Basse-Engadine, est bien connu de cet auteur. Par contre, il est probable que certains caractères de l'authentique *V. austriaca dentata* lui aient échappé et qu'il n'ait retenu de cette plante que les grosses fleurs bleu foncé et des feuilles plus ou moins entières et allongées.

Il faut pourtant déplorer qu'une élève de BRAUN-BLANQUET, Mme POTTIER-ALAPETITE ait, dans deux travaux (1943 et 1947), hautement affirmé qu'avant elle, tous les floristes du Jura français ou suisse (les BABEY, GRENIER, MICHALET, MAGNIN, THURMANN, CONTEJEAN, etc.) s'étaient trompés en dénommant *V. prostrata* ce qu'elle estime être *V. austriaca dentata*. Sa démonstration n'est pas convaincante, car de tous les auteurs qu'elle invoque : WATZL, SPINNER, BRAUN-BLANQUET, NAEGELI et SLEUMER, seul ce dernier ne s'est pas trompé et a su reconnaître que les plantes du Kaiserstuhl sont du *V. austriaca dentata* plutôt que du *V. prostrata*. Toutefois spécifions d'après nos observations personnelles que ces V. *a. dentata* du Kaiserstuhl ont, comme ceux de La Brévine, 32 chromosomes et non 24, nombre trouvé par SCHEERER pour ce taxon.

SLEUMER (1933) a pourtant trop vite conclu que *V. prostrata* n'existait pas en Allemagne du sud et dans les régions circonvoisines. Mme POTTIER partage cette opinion sans tenir compte des remarques de MICHALET et de GRENIER sur la floraison précoce de la plante du Jura.

D'autre part, alors que WATZL signale la glabréité du calice comme caractère important de *V. prostrata*, Mme POTTIER-ALAPETITE ne mentionne nullement que les plantes du Jura ont justement des calices glabres, mais semble admettre qu'ils sont hirsutes. Or, sur des centaines de *Veronica prostrata* tétraploïdes que nous avons eus en mains, provenant principalement de l'est de la France et du Jura suisse voisin, seuls deux ou trois exemplaires présentaient quelques rares et courts poils en bordure des sépales, alors que tous les *Veronica austriaca dentata* que nous avons vus possédaient des calices nettement hirsutes, voire velus, tant sur les faces qu'en bordure des sépales. Toutes les plantes que nous avons examinées, dans les endroits voisins de Besançon cités par Mme POTTIER-ALAPETITE comme localités de *V. austriaca dentata*, avaient nettement des calices *glabres* et tous les autres caractères, qui seront énumérés plus loin, du *V. prostrata* tétraploïde.

WATZL (1910) avait, il est vrai, inclus dans la liste des localités de *V. austriaca dentata* : Besançon et La Mure en Isère. Or, si cet auteur a su reconnaître quelques *V. prostrata* dans des lots de *V. austriaca dentata* expédiés partout par Tripet, il a néanmoins (ainsi que nous avons pu le constater dans des herbiers de Zurich) confondu quelquefois les deux espèces en revisant du matériel français ou allemand. Il est parfois très difficile de se prononcer sur des exsiccata en plus ou moins bon état, et certaines formes de *V. Teucrium*, présentant des analogies avec *V. austriaca dentata*, viennent encore compliquer les déterminations.

Pour des formes quelque peu voisines du *V. prostrata* tétraploïde à fleurs bleu foncé, WATZL a en outre décrit un hybride : *V. austriaca dentata* × *V. prostrata* = *V. Jancheni* et y rattache deux ou trois plantes de Basse-Autriche ou de Hongrie, malgré la petitesse de leurs fleurs. SPINNER (1945) y rapporte des plantes du Jura français, de Diessenhofen et du Hegau, partageant à leur égard les hésitations de ses prédécesseurs et voyant là, faute de mieux, un moyen pratique de s'en sortir. Or SCHEERER (1937), dans ses tentatives de croisement, a démontré que l'hybride *V. Jancheni* était inviable. Il faut donc renoncer à cette hypothèse.

C'est ce qu'a fait ISSLER en 1951, après avoir été bien longtemps perplexe. En effet dans ses premiers relevés sur la végétation des terrasses rhénanes de la Haute-Alsace, il ne cite que *V. prostrata* (1928). Plus tard (1932 et 1936) il trouve dans les contreforts granitiques des Vosges une plante qui pourrait être du *V. austriaca dentata*, mais qui en diffère par les calices glabres et l'allure générale. Il signale cette plante comme un *Veronica Teucrium* var. *pseudoaustriaca*, car il n'est pas convaincu, semble-t-il, de la réalité de *V. Jancheni*. Mais après qu'il ait lu le travail de SCHEERER (1937), tout s'éclaire, et ISSLER (1951) revient à la dénomination *V. prostrata* pour les plantes du Haut-Rhin. Celles que nous avons vues ou rapportées de cette région nous font partager pleinement cette opinion.

B. Travaux de Scheerer

C'est SCHEERER (1937) qui franchit le pas principal relatif à nos connaissances sur *V. prostrata*. Le propos de cet auteur était d'élucider, par une étude cytologique et génétique, les rapports des trois espèces étroitement apparentées de la sous-section *Austriacae*, *V. Teucrium*, *V. prostrata* et *V. austriaca* qu'il tient, lui, à nommer : Pentasépales !

Les exemplaires de *Veronica prostrata* qu'il eut à sa disposition provenaient :

1° de la Basse-Autriche et de la Hongrie. Ils s'avérèrent posséder un nombre chromosomique de $N = 8$ ou de $2N = 16$: un examen attentif fit remarquer que leurs fleurs étaient petites et claires et leurs capsules assez petites aussi.

2° de l'Allemagne du sud (environs de Tubingue, Souabe, région de Mayence). De nombre chromosomique N = 16 (2 N = 32), ces plantes présentaient des fleurs plus grandes, plus foncées et des capsules plus grandes.

Ne voulant pas s'avancer sur le plan taxinomique, SCHEERER se borna à désigner comme suit ce qu'il considérait comme de simples formes chromosomiques : la première, diploïde : *V. prostrata* Ungarn. la seconde, tétraploïde : *V. prostrata* Schwaben.

Enfin les croisements entrepris par cet auteur démontrèrent que ces deux formes ne s'hybridaient pas.

C. Conclusion taxinomique

Comme nous l'avons déjà dit, l'étude des populations suisses de *Veronica prostrata* nous a tellement convaincu de la réalité de deux taxa bien distincts, que nous nous sommes décidé à proposer deux sous-espèces nettement définiés, à savoir :

1° *V. prostrata* L. ssp. *prostrata*., diploïde, correspondant à la forme Ungarn de SCHEERER. C'est la plante décrite dans presque toutes les flores et par LINNÉ (1762 et 1764), ce qui justifie le choix du qualificatif *prostrata*.

2° *V. prostrata* L. ssp. *Scheereri* nob., tétraploïde, correspondant à la forme Schwaben de SCHEERER et dédiée à cet auteur, dont le remarquable travail élucida une question depuis si longtemps en suspens. L'épithète Schwaben ne peut être conservée : elle n'est pas conforme aux règles de la nomenclature et la plante est répandue bien ailleurs qu'en Souabe.

Pour des raisons de clarté et pour mieux différencier ce *V. prostrata* tétraploïde du *V. austriaca dentata*, nous avons renoncé au qualificatif primitivement choisi par nous et communiqué oralement en 1957, soit *pseudoaustriaca*, terme créé par ISSLER (1932) mais présenté de façon imprécise et provisoire comme relaté plus haut.

La toute première description de cette sous-espèce remonte au médecin-botaniste J. BAUHIN de Montbéliard (1650), car la plante est commune aux environs de cette ville. Le terme distinctif choisi « *Chamaedrys spuria minor angustifolia* » a été retranscrit par LINNÉ « *Chamaedrys incana spuria minor angustifolia* ».

Comme il n'est pas d'usage de se référer aux prédécesseurs de LINNÉ, nous renonçons à l'épithète *angustifolia*, pourtant assez caractéristique de la sous-espèce et d'ailleurs utilisée par plusieurs créateurs de formes plus ou moins éphémères, et avant tout écologiques.

Les diagnoses des deux sous-espèces sont données dans la dernière partie (p. 80).

Notre travail a consisté en études caryologiques et biométriques destinées à compléter les données présentées par SCHEERER, de façon à établir sur une base aussi sûre que possible l'autonomie de nos deux sous-espèces.

II. Cytologie des sous-espèces *prostrata* et *Scheereri*

En 1952 et 1953, nous avons déjà indiqué les nombres chromosomiques d'exemplaires du Jura neuchâtelois, du Valais et de l'Ajoie. Depuis, nous avons heureusement pu examiner du matériel d'autre provenance. Or, pour chaque plante que nous avons vue en fleurs avant l'examen caryologique, une concordance parfaite a pu être établie entre la détermination par l'examen morphomologique et celle obtenue par comptage des chromosomes. En effet, pour un individu vivant et fleuri, il est facile de dire, quasiment d'emblée, s'il s'agit de la ssp. *Scheereri* ou de la ssp. *prostrata*. Il n'est pas non plus très difficile de distinguer, dans ces conditions-là, un *V. prostrata Scheereri* d'un *V. austriaca dentata* ou d'un *V. Teucrium*. Dans la huitième partie nous signalerons ce qui différencie ces trois taxa principaux.

Pour cette raison, nous avons recouru à la méthode cytologique avant tout pour des plantes récoltées sans fleurs et même sans fruits, ou pourdes individus issus de graines reçues de divers jardins botaniques. Nous l'avons aussi fait pour des populations isolées comme celles des Grisons ou pour confirmer notre diagnostic, surtout s'il était en opposition avec ceux des auteurs déjà cités.

La méthode adoptée est celle des squashes, après fixation à l'alcool acétique et coloration au carmin acétique (méthode de Heitz modifiée). L'observation des chromosomes est beaucoup facilitée par suite de l'étalement des plaques équatoriales. La plupart des observations ont été faites sur des pointes de racines prélevées sur des plantes cultivées en pots, au jardin botanique, et provenant d'individus récoltés dans la nature ou issus de graines reçues d'ailleurs. Les nombres méiotiques N ont été comptés sur des squashes d'anthères, dans les cellules mères du pollen.

Le tableau ci-dessous résume nos observations.

I. *V. prostrata* L. ssp. *Scheereri* nob.

Origine	Partie examinée	N	2 N
Dourbes (Belgique méridionale)	racines	—	32
Besançon (France)	racines	—	32
Fort de Joux (France)	racines	—	32
Heiteren (Haut-Rhin, France)	racines	—	32
* *Beuron* (Allemagne)	anthères	16	—
* *Diessenhofen* (Thurgovie, Suisse)	anthères et racines	16	32
Gempen (Soleure, Suisse)	racines	—	32
Blauen (Berne, Suisse)	racines	—	32

* Plantes reçues du D[r] Sulger-Büel, maintenues en culture à Zurich après avoir été récoltées dans la nature.

Cette liste de nombres tétraploïdes complète les numérations de HUBER (1927) et SCHEERER (1937) pour l'Allemagne du sud, les nôtres pour les Jura bernois et neuchâtelois (1952, 1953), ceux de SIMONET (1934) et de LARSEN (1954) pour la France.

II. *V. prostrata* L. ssp. *prostrata*.

Origine	Partie examinée	N	2 N
Termignon (Savoie, France)	racines	—	16
Mont-Chemin (Valais)	racines	—	16
Tiefencastel (Grisons)	racines	—	16
Gurlaina (près Scuol, Grisons)	racines	—	16
Tschanüff (près Ramosch, Grisons)	racines	—	16

Nombres identiques à ceux trouvés par nous sur les exemplaires du Valais et par PÓLYA (1949) et SCHEERER (1937) sur ceux de Hongrie et de Basse-Autriche.

Les chromosomes des deux espèces sont assez analogues, et la variabilité de leur taille se confirme. La nouvelle méthode d'étude nous a fourni des images plus nettes, où l'on distingue quelques chromosomes pourvus soit d'une constriction secondaire soit d'un satellite.

Par la suite, lors d'un exposé général sur la caryologie des *Austriacae (sensu stricto)*, nous espérons être en mesure de présenter les caryotypes des diverses espèces ou sous-espèces ; c'est alors seulement qu'une telle description présentera tout son intérêt.

Notre étude cytologique apporte déjà quelques précisions. Il se confirme que dans le Jura suisse et français comme en Alsace, et, comme on pouvait le prévoir, en Belgique du sud, c'est bien la ssp. *Scheereri* que l'on rencontre. A Besançon, à Diessenhofen, à Beuron, il s'agit aussi de cette sous-espèce et non de *V. austriaca dentata*, contrairement aux affirmations de Mme POTTIER-ALAPETITE ou de NAEGELI.

Evidemment la preuve que *V. austriaca dentata* n'a pas existé à Diessenhofen n'est pas absolue. Toutefois des recherches entreprises deux ans de suite aux endroits indiqués par tous les floristes intéressés (BRUNNER, NAEGELI, SULGER-BÜEL, WEGELIN, KUMMER) n'ont abouti qu'à la découverte, en mai 1958, d'un unique exemplaire de *V. prostrata Scheereri* bien typique, muni d'une seule grappe pauciflore, aux calices glabres, aux fleurs foncées absolument typiques de la sous-espèce. Pas trace de *V. austriaca* dans la station, ni en herbiers, comme déjà dit.

La conclusion nous paraît s'imposer : on ne peut plus citer Diessenhofen comme localité de *V. austriaca dentata*, et il est douteux que cette plante ait été vue et récoltée là. Par contre, et cela présente un intérêt certain, Diessenhofen est une des rares localités suisses de *V. prostrata* ssp. *Scheereri*, et la plante y est en voie de disparition.

Un fait pourrait être mis en relation avec le comportement chromosomique, en particulier avec la formation de tétravalents signalée par

Scheerer et par nous-même. Il s'agit de la présence de grains de pollen avortés dans des proportions assez variables chez tous les représentants du groupe. Watzl annonce que plus de la moitié des exemplaires de *V. prostrata* sont affectés de ce défaut, avec des pourcentages de 30 à 50% de grains malformés et transparents, donc stériles.

Plusieurs contrôles rapides nous ont appris qu'en fait c'était la ssp. *Scheereri* qui présentait surtout cette anomalie. Désireux d'évaluer la différence de pourcentage entre les deux sous-espèces, nous avons compté les grains normaux et avortés d'un échantillon bien caractéristique de chacune d'elles.

Nous avons obtenu un pourcentage de 33,3% (130/390) de grains stériles pour une plante tétraploïde et 8,7% (25/287) pour une plante diploïde.

Ces nombres confirment donc nos observations plus sommaires effectuées à plusieurs reprises lors des floraisons au jardin botanique ou sur des plantes récoltées dans la nature. Ils sont évidemment très relatifs, mais caractéristiques pour chaque sous-espèce.

Cette stérilité pollinique existe chez d'autres espèces, et Wulff (1909) a consacré un article à celle observée dans le genre *Potentilla*.

Comme Watzl, il pense que la cause principale de cette dégradation du pollen est d'origine écologique. Une tentative de Watzl de trouver un rapport entre cette stérilité et les formes d'ombre ou de lumière n'a rien donné de positif. Wulff (1915) reconnaît qu'il ne peut non plus y avoir de relation avec le polymorphisme important de toutes les *Austriacae*. L'hybridation, invoquée par Kuznezow (1897) pour expliquer ce polymorphisme, est écartée par Wulff comme cause probable de cette stérilité, puisque celle-ci atteint tout aussi bien les types que les formes de passage.

Comme les travaux de Scheerer et les nôtres ont démontré l'impossibilité d'hybridation entre les deux sous-espèces de *V. prostrata*, on peut donner raison à Wulff. Les conditions écologiques sont à écarter aussi, car nos observations ont eu lieu sur des plantes croissant au même endroit, au jardin botanique de Neuchâtel, dont le sol, comme nous le verrons plus loin, semble surtout favorable aux tétraploïdes, pour la production des graines. Par conséquent, il faudrait que les diploïdes du jardin présentent, elles, le plus grand pourcentage de grains de pollen atrophiés. Puisque c'est l'inverse qui a été observé, il paraît naturel d'éliminer cette cause directe.

Il reste que la stérilité pollinique est à rapporter à la constitution génique. Or cette stérilité est partielle et n'atteint qu'extrêmement rarement un pourcentage élevé. Comme, d'autre part, les tétravalents n'apparaissent pas constamment à la diacinèse — Scheerer et nous-même en avons vu un seul par cellule mère en général, mais assez souvent deux et parfois aucun — il est possible d'établir une relation entre ces anneaux de chromosomes et une plus ou moins grande proportion de grains mal développés. Cependant cela n'explique pas le comportement des diploïdes, chez lesquels nous n'avons pas pu observer d'anneaux à la méïose.

Il est possible, en outre, que les malformations polliniques et l'autostérilité observée par SCHEERER pour chaque sous-espèce aient quelque rapport entre elles. Cette autostérilité est très fréquente sinon absolue.

Pour la deuxième fois nous cultivons dans un jardin privé, un plant de *V. prostrata* tétraploïde, dont le pollen présente une proportion assez forte de grains stériles. Or pendant des années, sur chacun de ces individus, isolé de tout représentant de la même espèce, nous n'avons récolté qu'une ou deux graines normales pour quelques dizaines de capsules formées, dont la très grande majorité étaient vides ou ne contenaient que des semences avortées. Cette observation confirme les résultats obtenus par SCHEERER dans ses essais d'autopollinisation. Ceux-ci n'ont été suivis d'aucune production de graines pour la sous-espèce diploïde, et les tétraploïdes n'en ont donné qu'une ou deux. Donc, en principe, pas d'autofécondation.

Sa conclusion négative a déterminé SCHEERER à tenter des croisements entre les diverses Véroniques du groupe, sans recourir à la castration.

Dans les essais de croisements entre les deux formes de *V. prostrata*, il n'a obtenu aucun résultat positif, tout en reconnaissant que son matériel était trop peu abondant pour que des conclusions définitives puissent être tirées.

Cette remarque nous a incité à répéter avec des plantes de notre pays de telles tentatives d'hybridation. Nous relatons sommairement ci-dessous la méthode et les résultats obtenus.

III. Essais de croisements entre sous-espèces

Ils eurent lieu en 1956 et 1957 entre sept plantes issues de cinq individus différents : deux diploïdes du Valais (de La Bâtiaz et de Charrat) et trois tétraploïdes dont un de La Brévine et deux de l'Ajoie.

La méthode consista à choisir comme représentants femelles des plantes en gros boutons dont les anthères n'étaient pas ouvertes. La corolle fut ôtée avec les étamines qui y étaient fixées. Il restait les pistils et les calices. Chaque stigmate fut examiné à la loupe binoculaire pour s'assurer de l'absence de tout grain de pollen, puis frotté avec une anthère ouverte prélevée chez le sujet mâle. Un sachet en cellophane percé de trous minuscule protégea la grappe ainsi pollinisée.

Les opérations furent poursuivies suivant le rythme des floraisons, certains plants étant plus précoces que d'autres. Etendue sur deux années, l'expérience permit à chaque plante d'être une fois femelle et une fois mâle ; en outre, en 1957, des croisements entre plantes de la même sous-espèce eurent lieu et servirent de témoins.

Les résultats confirmèrent ceux de SCHEERER. En général il se forma un certain nombre de capsules suivant des proportions très diverses relativement aux fleurs fécondées ; mais aucun croisement que ce fût,

dans un sens ou dans l'autre entre individus appartenant à des sous-espèces différentes, ne fournit jamais une graine viable. Les capsules étaient vides ou ne contenaient que quelques graines minuscules, pas développées du tout, donc avortées. Entre individus de la même sous-espèce, les résultats furent assez divers : les diploïdes donnèrent assez peu de graines dans un sens et aucun dans l'autre. Pour les tétraploïdes, il fut obtenu beaucoup de graines pour un croisement de la plante de La Brévine choisie comme mâle avec l'une de Porrentruy choisie comme femelle, et très peu quand les mêmes individus furent utilisés en inversant les sexes.

En conclusion, on peut affirmer que les deux sous-espèces *prostrata* et *Scheereri* sont génétiquement incompatibles. La subdivision en deux sous-espèces s'en trouve justifiée. D'autre part les résultats inégaux relatifs aux croisements entre plantes ayant même nombre de chromosomes ne nous surprennent pas énormément, car, ainsi que nous avons pu le constater lors de nos excursions, il est très difficile, certaines années, de trouver des fruits et des graines.

IV. Morphologie comparée des deux sous-espèces

En général, il est très facile, de distinguer le *V. prostrata Scheereri* du *V. prostrata prostrata* lorsqu'on est en présence d'exemplaires vivants et fleuris. Toutefois, il n'est pas superflu de relater quelque peu en détail ce qui différencie ces deux sous-espèces, pour deux raisons :

a) l'étude biométrique plus ou moins sommaire de quelques organes peut permettre d'établir plus nettement quels caractères doivent être pris en considération pour établir des diagnoses distinctives sûres ;

b) accessoirement, certains rapports avec le degré de polyploïdie pourront être remarqués et comparés avec les résultats qu'ont exposés et commentés Lehmann et Schmitz – Lohner (1954) dans leur étude du groupe *Agrestis*.

Un principe ne doit pas sortir de l'esprit : *Veronica prostrata* n'échappe pas au polymorphisme considérable constaté chez les *Austriacae* et auquel Kusnezow a consacré une grande étude.

La séparation de l'espèce en deux sous-espèces va diminuer les difficultés présentées par ces fluctuations. Toutefois, même à l'intérieur des sous-espèces, celles-ci demeurent fortes, si bien que, statistiquement parlant, certaines distributions restent quelque peu irrégulières. Nos moyennes nous paraissent toutefois suffisamment démonstratives, d'autant plus qu'elles sont calculées sur des quantités de mesures portant sur 50 objets ou davantage dans chaque cas, en général sur quelques centaines. Quelques applications de tests de contrôle, lorsque nous voulions établir des rapports exacts entre diploïdes et tétraploïdes, nous ont prouvé que ces distributions-là étaient très normales. Les

autres sont toujours bien distinctes, et les comparaisons des moyennes, selon les tests habituels, nous ont démontré qu'elles différaient, statistiquement parlant, de façon très significative.

Nous allons passer en revue toutes les parties principales des plantes étudiées, en mentionnant leurs caractères principaux, en les exprimant parfois numériquement. D'autres observations et commentaires préciseront certains points.

Un tableau résumera ensuite l'essentiel de ce qui permet de différencier nos deux sous-espèces, et l'on s'efforcera encore de comparer leur variabilité.

Inflorescences

Elles sont composées de 2 à 4 grappes latérales ; une diversité se manifeste ayant quelque rapport avec les deux sous-espèces : les grappes de la ssp. *prostrata* sont d'abord denses, pyramidales, avec une moyenne de 25 fleurs (σ 10,7) (en réalité de 4 à 60 fleurs). Celles de *V. prostrata Scheereri*, plus globuleuses et plus lâches, ne comptent que 16 fleurs en moyenne (σ 7,7), le nombre variant de 4 à 35.

Malgré une très grande variabilité (écarts types très prononcés), il est possible, statistiquement, de conclure qu'il s'agit bien de deux distributions nettement distinctes. Toutefois il faudra tenir compte de ce fait : l'origine des deux distributions est la même, à savoir que des grappes de plantes diploïdes peuvent aussi avoir 4 ou 5 fleurs mais très rarement ; en outre, dans chaque sous-espèce, on compte à peu près le même pourcentage de grappes ayant de 15 à 25 fleurs. Parmi les nombres observés, seuls ceux atteignant ou dépassant 30 ont donc quelque valeur pratique : si l'on rencontre des plantes à grappes très multiflores, on peut être assuré qu'il s'agit plutôt de diploïdes.

La forme des inflorescences, lorsque les fleurs commencent à s'ouvrir, est beaucoup plus caractéristique par contre.

Fleurs

Les fleurs permettent beaucoup mieux la reconnaissance de nos plantes. Rappelons tout d'abord leur date d'apparition, très caractéristique de l'espèce. En effet, dans la même localité, *V. prostrata* fleuri plusieurs semaines (3 à 4) avant *V. Teucrium*, point sur lequel ont insisté Grenier et Michalet, et généralement 2 à 3 semaines avant *V. austriaca dentata*, au moins dans la vallée de La Brévine. Ailleurs la distinction est moins nette avec cette dernière espèce. Pourtant entre le Kaiserstuhl et l'Alsace, par exemple, nous avons observé ceci : *V. austriaca* (du Kaiserstuhl) commençait de fleurir, alors que *V. prostrata* (du Haut-Rhin), vu un jour plus tard, était à la fin de sa floraison. Cela correspond donc à un écart d'une à deux semaines.

Naturellement cette floraison varie beaucoup avec l'altitude. Alors qu'elle peut débuter à la fin d'avril en plaine (Italie), elle a lieu généralement en mai pour toutes les régions d'altitude moyenne et pour l'une

et l'autre sous-espèce. A 1000 m, l'apparition des premières fleurs se produit suivant les années à mi-mai ou au début de juin ; à 1500 m, dans la première quinzaine de juin ; à 2000 m enfin, au début de juillet. La fructification est achevée deux mois environ après la floraison en montagne, mais parfois beaucoup plus rapidement en plaine, trois semaines à un mois.

Cette phénologie ne permet pas de différencier les deux sous-espèces, mais elle facilite la détermination et la recherche de *V. prostrata*. Par contre très différente, comme déjà signalé, est la couleur des corolles :

bleu roi dense, un peu foncé, très légèrement violacé chez *Scheereri ;*
bleu lilacé pâle chez la ssp. *prostrata.*

Chez l'une et l'autre sous-espèce : apparition occasionnelle de fleurs roses, voire blanches, plus fréquemment chez la ssp. *prostrata*.

Naturellement des nuances existent, et les *V. prostrata Jancheni* de Watzl, pourtant originaires d'Autriche et de Hongrie, ont des fleurs bleues.

En outre, et il est indispensable de s'y référer aussi, la grandeur de la corolle varie de façon nette d'une sous-espèce à l'autre ; les moyennes obtenues sont de :

7,2 mm (variation de 4 à 11), σ 1,5 pour la ssp. *prostrata ;*
10,5 mm (variation de 7 à 15), σ 1,7 pour la ssp. *Scheereri.*

Dans ce cas-ci également, la différence des moyennes est très significative ; statistiquement les populations sont absolument distinctes, malgré un très léger chevauchement des valeurs numériques.

L'observation simultanée des deux caractères : couleur et grandeur des fleurs, permet d'identifier presque à coup sûr les représentants vivants de chaque sous-espèce. Dans les rares cas douteux, comme celui de *V. Jancheni* austro-hongrois, à fleurs petites mais bleues, l'emploi d'une autre méthode de discrimination nous a permis de nous décider pour la ssp. *prostrata* : Lehmann et Schmitz (1954) ont montré que les cellules épidermiques des pétales ont des grandeurs en rapport avec le degré de polyploïdie, les plus grandes étant celles des polyploïdes. Chez *V. prostrata*, cette observation se confirme, et il nous a été possible d'en tirer parti pour mettre au point un moyen d'identifier plus sûrement les exemplaires d'herbiers. Cette méthode sera traitée plus loin (voir cinquième partie) avec quelque détail, mais précisons déjà que les cellules épidermiques présentent en moyenne, chez *V. prostrata Scheereri*, une surface à peu près double de celle qu'elles ont chez *V. prostrata prostrata*.

Cependant, l'utilisation de ce caractère n'est pas très simple, même avec des corolles fraîches, car l'état de développement de celles-ci doit d'abord être bien déterminé ainsi que l'endroit à observer, pour qu'il soit toujours le même dans chaque cas.

Un autre caractère de la fleur s'est avéré moins constant, mais nous sommes maintenant convaincu de sa réalité. Il s'agit de la densité et

de la longueur des poils qui forment un anneau à l'intérieur et au haut du tube de la corolle. Dans les fleurs de la ssp. *Scheereri*, ces poils sont souvent abondants, disposés en deux ou trois étages rapprochés, et leur longueur est telle qu'ils obstruent toute l'ouverture du tube.

Par contre, dans la plupart des fleurs de la ssp. *prostrata*, ces poils sont moins denses, disposés à peu près sur une seule circonférence et comme ils sont plus courts, ils ne se rejoignent pas par leurs extrémités et ménagent une lumière au centre du tube.

Un dernier point relatif à la morphologie de la corolle : ses divisions sont en général plus aiguës chez la ssp. *prostrata*, plus obtuses chez *V. prostrata Scheereri*. La fleur de la sous-espèce diploïde apparaît, de ce fait, comme plus fine, plus déliée, d'autant plus qu'elle est plus petite. Toutefois, ce caractère, esthétique si l'on peut dire, n'est pas tout à fait constant.

Androcée

LEHMANN ayant trouvé des différences pour la longueur des anthères et des filets chez les espèces du groupe *Agrestis*, nous avons jugé bon d'examiner aussi nos plantes sous ce rapport.

Les anthères ont été mesurées seulement au moment où une légère scissure jaune témoignait de leur déhiscence très prochaine : leur longueur moyenne est de 1,8 mm chez la ssp. *Scheereri* (σ 0,25) et de 1,3 mm chez la ssp. *prostrata* (σ 0,33).

Les filets des anthères prêtes à s'ouvrir mesurent 3,9 mm en moyenne (σ 0,59) chez les exemplaires tétraploïdes et 3 mm (σ 0,52) chez les diploïdes.

WATZL (1910) a signalé que ces filets étaient entourés de papilles (adaptation à l'entomogamie). Cette conformation est nettement la règle chez *V. prostrata Scheereri*. Elle est, par contre, beaucoup moins accusée chez la ssp. *prostrata*.

En 1953, nous avons mentionné nos mesures relatives aux grains de pollen. Rappelons que leur diamètre moyen est de 26,9 μ (σ 2,3) pour la ssp. *prostrata* et de 34,9 μ (σ 3,1) pour *V. Scheereri*. Notre tentative d'utiliser ce caractère avec des pollens anciens a échoué ; sans doute n'avons-nous pas adopté une technique suffisamment précise, permettant de compenser les modifications de taille dues aux différences de conservation et à l'âge des pollens.

Pistil, fruits et graines

Les styles, de par leur courbure, sont difficiles à mesurer ; aussi avons-nous renoncé à comparer leurs longueurs.

Il est peut-être bon de rappeler une fois encore que les nombres cités pour certains organes (anthères, filets, grains de pollen, par exemple) le sont pour mettre en évidence une différence entre les sous-espèces, plus ou moins proportionnelle au degré de polyploïdie, ainsi que nous le demandait LEHMANN *(in litteris)*. A moins de disposer d'un matériel

abondant et de beaucoup de temps, un systématicien ne pourrait pas tirer grand parti de ces données numériques, puisque ce sont des moyennes.

Les fruits (des capsules biloculaires) ainsi que les graines pourront par contre être de quelque utilité lors des déterminations.

La forme des capsules est assez constante, et leur rapport longueur/largeur nous a paru assez voisin de l'unité pour que nous nous croyions autorisé à choisir, pour exprimer quantitativement leur taille, la dimension la plus facile à mesurer, c'est-à-dire la largeur. Les moyennes obtenues sont : pour *V. prostrata Scheereri* 3,56 mm (σ 0,35) et pour *V. prostrata prostrata* 2,97 mm (σ 0,38).

A noter que chez tous les *V. prostrata* bien authentiques de l'une et l'autre sous-espèce, ces fruits sont complètement glabres, et nous tenons ce caractère comme un des plus constants de l'espèce, mais non distinctif, hélas ! En effet chez les autres Pentasépales, on observe tous les degrés possibles de pubescence. L'échancrure est, par contre, un caractère très peu stable chez *V. prostrata*, comme dans tout le groupe d'ailleurs.

A la demande de Lehmann nous avions aussi évalué le nombre de graines par capsules. Contrairement à cet auteur, nous n'avons pas observé une très grande différence dans les résultats des sous-espèces diploïdes et tétraploïdes : en effet, nous avons obtenu une moyenne de 7 à 8 graines pour *V. Scheereri* (σ 3,5) et de 10 graines pour la ssp. *prostrata* (σ 3,4). La variabilité est très forte ici. Ce fait est peut-être à rapprocher des résultats de croisements entre représentants de la même sous-espèce, très inégaux comme nous l'avons vu. La difficulté que nous avons toujours éprouvée en tentant de récolter des graines dans la nature s'explique aussi par de très fortes variations dans la fructification : il nous est arrivé à plusieurs reprises de ne retrouver que quelques rares capsules en des localités où nous avions repéré de nombreuses plantes en fleurs, tant pour des localités jurassiennes que valaisannes. D'une année à l'autre, d'ailleurs, le nombre d'individus fleuris varie beaucoup dans une même station. Ces cycles de floraison et de fructification n'expliqueraient-ils pas aussi la disparition momentanée de l'espèce en certaines localités ? Brunner (*in* Naegeli, 1922) le signala nettement pour Diessenhofen, et nous-même, à La Brévine, au Russey, à Porrentruy et au Fort de Joux, avons observé, suivant les années, des diminutions et des augmentations dans la quantité de plantes fleuries. Ce phénomène a d'ailleurs été constaté chez d'autres espèces (cf. les « années à gentianes » *(Gentiana lutea)*, par exemple).

Nos moyens ne nous ont pas permis de rechercher autant que nous l'aurions désiré des graines de *V. prostrata* diploïde en nature ; deux tentatives en Valais ont échoué, et il nous a fallu nous contenter d'une très belle récolte faite sur de nombreux individus à Tschanüff, en été 1958. Nous avons mesuré plusieurs centaines de ces semences, ainsi que d'autres recueillies au jardin botanique sur des plantes originaires de Charrat, de La Bâtiaz et de Sur-Frête (Mont-Chemin) au Valais.

Nous avons opéré de la même façon pour *V. prostrata Scheereri*, récoltes de diverses années en nature et au jardin botanique. Nature : La Brévine, Le Russey (Jura français), Porrentruy, Blauen. Jardin botanique : plants provenant aussi de ces localités, une ou plusieurs années après la transplantation.

Or, en ce qui concerne *V. prostrata Scheereri* tétraploïde, tous nos calculs ont fourni des résultats assez voisins : la moyenne étant de 1,3 mm (σ 0,14), aussi bien pour les graines de jardin que pour celles provenant de la nature.

Par contre une plus grande variété de résultats a été obtenue avec les graines diverses de *V. prostrata* diploïde. La moyenne pour cette sous-espèce peut s'estimer à 1 mm (σ 0,13). Une certaine progression dans les longueurs mesurées pendant quelques années, au jardin botanique, nous fait penser que *V. p. prostrata* ne s'adapte pas très rapidement à des changements écologiques. SCHEERER (1949) signale d'ailleurs la grande difficulté de maintenir cette sous-espèce en culture.

Au point de vue biométrique, les moyennes pour les graines diffèrent de façon très significative, comme dans de multiples autres cas où sont comparés diploïdes et tétraploïdes.

Calice

A 5 divisions : 2 longues, 2 moyennes et 1 très courte. Cette dernière est parfois si minuscule qu'il faut un fort grossissement pour l'observer. Est-ce pour cela qu'on a considéré la tétrasépalie comme assez fréquente chez les Pentasépales ? Comme déjà dit dans la première partie, des examens très attentifs nous poussent à affirmer que les individus vraiment tétrasépales sont rarissimes.

Ces divisions sont aiguës et assez étroites chez *V. p. prostrata*. Elles sont en général plus obtuses et plus larges chez *V. p. Scheereri*. La longueur des sépales varie beaucoup et les données numériques ne permettent pas de différencier sur ce point les deux sous-espèces.

Par contre, la *glabréité* des sépales est un caractère très important pour différencier *V. prostrata* des autres *Austriacae*. Il permet de distinguer *V. prostrata Scheereri* de *V. austriaca dentata*, puisqu'on confondrait aisément ces deux plantes en se basant uniquement sur la couleur des fleurs.

Il peut arriver que des calices de *V. prostrata* soient légèrement ciliés, surtout dans la ssp. *prostrata*. Toutefois les poils sont alors rares ou répartis uniquement sur les marges des sépales. On n'en voit aucun sur le limbe, alors que chez *V. austriaca dentata* et les autres *Austriacae*, les poils garnissent presque toujours marges et limbes, en plus ou moins grande quantité.

Tige, feuilles, stomates

V. prostrata mérite-t-elle bien son nom ? Oui, les tiges stériles sont toujours couchées ; seuls les rameaux florifères se dressent quelque peu. Toutefois, lorsqu'elle est entourée d'herbe dense, la plante s'allonge et

paraît se dresser, mais la tige reste sinueuse et grêle et prend plus ou moins appui sur les plantes voisines.

La taille de la plante varie beaucoup suivant les conditions écologiques. Elle reste néanmoins petite en moyenne, et la longueur des tiges principales oscille entre 5 et 25 cm avec une moyenne de 10 cm. La pubescence des tiges est fort variable, quoiqu'elle soit toujours existante ; fréquemment une teinte rougeâtre colore les tiges. Aucun de ces caractères n'apparaît plus accusé chez l'une des sous-espèces que chez l'autre.

Watzl (1910) puis Scheerer (1937) ont insisté sur la variabilité des feuilles de notre espèce. Les dimensions données par Watzl : de 5 à 38 mm sont valables, mais la longueur moyenne est très difficile à évaluer puisque cette dimension n'est pas la même pour toutes les feuilles d'un individu. Celles de la base des tiges sont très petites et souvent pétiolées, puis la taille grandit pour atteindre son maximum sur une plante en fleurs, à l'étage d'où partent les grappes. La tige se prolonge par un acladium : pousse qui continue à croître après la floraison et dont les feuilles sont en général plus étroites et plus longues que les caulinaires. Enfin les feuilles des rameaux stériles sont plus régulières et plus entières que celles de la tige.

Tenant compte de tout cela, il nous a paru que la dimension la plus courante pouvait se mesurer à la paire caulinaire située à la base du dernier entre-nœud précédant l'inflorescence. Sur environ 140 individus aussi bien diploïdes que tétraploïdes, choisis dans des localités très diverses, on obtient une moyenne de 13 mm de longueur pour cette feuille-là, s'appliquant aussi bien à *V. p. prostrata* qu'à *Scheereri*.

Les largeurs varient beaucoup aussi ; Watzl donne comme valeurs : 1 à 14 mm. Nous n'avons jamais rien mesuré de supérieur à 11 mm, et en moyenne l'on aura plutôt 3 à 4 mm. Dans l'une et l'autre sous-espèce des plants à feuilles ovales, un peu obtuses, à dents plus ou moins nombreuses et petites, voisinent avec des individus à feuilles plus oblongues et plus souvent entières ou paucidentées.

En général les feuilles de la ssp. *Scheereri* sont de ce dernier type, tandis que *V. p. prostrata* présente souvent des feuilles un peu plus arrondies, à dents plus nombreuses, plus petites et plus régulières. Ce caractère va en s'accusant vers l'Orient, et la majorité des exemplaires de Russie, de Roumanie, de Bohême et de Bulgarie que nous avons vus étaient munis de telles feuilles. Mais les plantes de Hongrie, d'Italie, d'Allemagne, d'Autriche, de France et de Suisse présentent toutes les variantes possibles.

Certaines populations de tétraploïdes paraissent un peu plus homogènes, mais des différences réelles sont visibles avec un peu d'attention. Ainsi en Ajoie, sur 15 plantes, nous avons pu distinguer 8 formes pour une feuille prise au même endroit !

Une courte pubescence légèrement grisâtre garnit la face inférieure de beaucoup de ces feuilles, principalement chez les diploïdes. En outre les marges sont fréquemment enroulées.

Spinner (1945) a procédé à la phyllométrie des feuilles des *Austriacae* à l'exception du *V. prostrata prostrata*, en s'intéressant plus spécialement au rapport longueur/largeur. Chez *V. prostrata* on a, pour ce rapport, toutes les valeurs qu'il a trouvées pour *V. Teucrium* et pour *V. austriaca dentata ;* le rapport moyen du tétraploïde, que nous avons calculé, est presque identique à celui que Spinner donne pour *V. Jancheni ;* cela prouve que nous avons raison d'attribuer ces *V. Jancheni* de Spinner (et non ceux de Watzl) à *V. prostrata Scheereri*, d'autant plus que la longueur moyenne des feuilles de ces plantes coïncide nettement avec celle que nous avons donnée nous-même pour l'un et l'autre *prostrata*.

Concernant la variation foliaire, nous l'avons observée nettement sur les plantes cultivées en jardin privé. L'influence d'un sol plus riche est remarquable : au bout d'une ou deux années les feuilles se modifient fortement. Ainsi un exemplaire à petites feuilles de La Brévine, récolté en 1951 et placé en pleine terre à la même altitude, a subi la transformation suivante : ses feuilles se sont beaucoup allongées et élargies, et les dents, d'abord très petites, se sont agrandies. En 1955, quatre ans après la transplantation, la plante présentait, à l'acladium, des feuilles atteignant au maximum 35 mm de long sur 8 de large, alors que sur le terrain les dimensions étaient de 15 × 2 mm. Après la mort de ce premier exemplaire, une plante du Russey à feuilles normales, transplantée en 1957, offre le même phénomène, tige très feuillée à grandes feuilles de 25 à 30 mm de long sur 6 à 7 de large. Se peut-il alors que Issler ait trouvé dans les contreforts des Vosges des *V. prostrata Scheereri* très développés par suite d'un enrichissement du terrain ? Des plantes de Fontainebleau, de Bamberg ou des environs de Mayence, croissant dans des sols sableux, reconnues aussi par Scheerer ou par d'autres auteurs (Knapp, Gaume, Iablokoff, Jouanne) comme d'authentiques *V. prostrata*, présentent également un développement presque exagéré. Le *V. pseudoaustriaca* d'Issler n'est donc pas le seul à représenter un extrême de *V. p. Scheereri*.

Nous nous sommes encore occupé des stomates car de nombreux auteurs s'efforcent de les utiliser pour reconnaître le degré de polyploïdie.

Nos mesures ont été faites sur des feuilles prélevées au même moment de la journée sur des plantes de développement identique. Ces feuilles étaient situées au même endroit de la tige, et tous les stomates furent mesurés dans un secteur médian de la face inférieure de la feuille.

Ces précautions ne sont pas inutiles car Schwanitz (1951) a fait une critique serrée de toute la question des stomates utilisés pour distinguer des formes alloploïdes. Cet auteur démontre, entre autres, que la grandeur des cellules stomatiques dépend de l'âge de la plante, comme de leur situation sur celle-ci.

Chez *V. prostrata*, les longueurs des stomates mesurés avec les précautions indiquées sont de : 31 μ (σ 0,92) pour la ssp. *Scheereri* et de : 23,5 μ (σ 0,8) chez la ssp. *prostrata*.

Type biologique

Concernant la partie végétative encore, il est bon de déterminer le type biologique de l'espèce : certains auteurs en font un chaméphyte ; nous croyons plutôt que cette plante est un *hémicryptophyte*, car, pendant l'hiver, les rares tiges feuillées qui subsistent restent plaquées au sol ou à très peu de distance de ce dernier. Les bourgeons principaux sont même souterrrains !

Le tableau I récapitule, pour nos deux sous-espèces, ce qui présente un intérêt pour les déterminations.

TABLEAU I

Organes	*V. p. prostrata*	*V. p. Scheereri*
Inflorescence, au début de la floraison	dense et pyramidale	plus lâche et plus ou moins globuleuse
Grappes, nombre de fleurs	4 — *25* — 60	4 — *16* — 25
Fleurs, diamètre	4 — *7* — 11 mm	7 — *10,5* — 14 mm
Fleurs, couleur	*bleu lilas pâle*	*bleu roi dense*, légèrement *violacé*
Pétales	un peu aigus	obtus et plus larges
Calices	*glabres*, parfois à peine ciliés en bordure des sépales	*glabres*
Sépales	souvent étroits et aigus	assez larges
Capsules	glabres	glabres
Capsules, largeur	2 — *3* — 4 mm	2,5 — *3,5* — 4,5 mm
Capsules, nombre de graines	2 — *10* — 19	2 — *7* — 15
Graines, longueur	0,6 — *1* — 1,3 mm	0,8 — *1,3* — 1,7 mm
Feuilles (haut de la tige florifère, mais au-dessous des grappes)	oblongues-ovales, souvent finement dentées, à pubescence très courte	oblongues ou allongées, entières ou paucidentées ; glabrescentes
Feuilles, longueur	0,5 — *1,3* — 3 cm	0,5 — *1,3* — 3,5 cm
Feuilles, largeur	1 — *3,5* — 11 mm	1 — *3* — 9 mm

Les nombres médians (en caractères *italiques*) indiquent les valeurs les plus fréquentes ou reproduisent les moyennes.

Un autre tableau peut être dressé (II). Il reproduit toutes les moyennes $\overline{X}_e$, $\overline{X}_s$ pour chaque organe ayant été mesuré. Sont donnés également les écarts types σ_e, σ_s, les coefficients de variabilité $\frac{\sigma_e}{\overline{X}_e}$, $\frac{\sigma_s}{\overline{X}_s}$, puis les moyennes d'espèce $M = \frac{\overline{X}_e + \overline{X}_s}{2}$, les rapports des moyennes de sous-espèces à la moyenne d'espèce, $\frac{\overline{X}_e}{M}$, $\frac{\overline{X}_s}{M}$, enfin les rapports des moyennes des sous-espèces entre elles dans le sens $\frac{\overline{X}_s}{\overline{X}_e}$, soit tétraploïde/diploïde.

A notre avis, il était nécessaire de calculer les indices de variation $\frac{\sigma_{e,s}}{\overline{X}_{e,s}}$, seules mesures permettant de comparer les variabilités pour chaque sous-espèce. Or, les résultats sont un peu inattendus, puisque dans huit cas sur dix, c'est la sous-espèce *Scheereri* qui s'avère être la moins variable. Les différences sont assez faibles il est vrai ; pourtant nos observations sur herbiers nous ont bien convaincu que la ssp. *prostrata* présente tout autant de fluctuations, sinon davantage que *V. prostrata Scheereri*, en ce qui concerne la taille et les feuilles !

Un rapport intéressant est celui fourni par $\frac{\overline{X}_s}{\overline{X}_e}$ pour les longueurs : il est très voisin ou égal à 1,3. Un tel rapport linéaire correspond à un rapport volumétrique de 2 environ. Le volume de plusieurs types de cellules tétraploïdes est donc, ici, double de celui des diploïdes. Le réajustement signalé dans d'autres cas et comportant un retour des cellules à la taille normale après l'accroissement dû au redoublement du génome n'a donc pas lieu chez *V. prostrata*. Notre tétraploïde peut-il de ce fait être considéré comme assez récent ? C'est probable.

Avec les données de ce deuxième tableau on peut encore établir deux diagrammes synthétiques et très représentatifs de nos deux sous-espèces (diagr. 1 et 2).

L'élaboration de tels graphiques nous a été suggérée par un excellent article de Dussart (1958). Toutefois nous avons modifié la présentation du polygone préconisé par cet auteur en y incluant les données relatives à la variabilité. Les arcs des secteurs sont proportionnels aux coefficients de variation.

Une superposition des diagrammes montre clairement quels sont les organes les plus variables pour chaque sous-espèce.

Les rayons des segments sont proportionnels aux grandeurs moyennes de chaque objet, exprimées en pourcentages de la moyenne spécifique. Ces graphiques, complétés par des droites reliant les secteurs, donnent

TABLEAU II Moyennes, écarts types, coefficients de variation, rapports divers

			ssp. *prostrata*			ssp. *Scheereri*			Rapports à $M = \frac{\overline{X_e} + \overline{X_s}}{2}$			Rapport des moyennes
	Caractères	Unités	$\overline{X_e}$	σ_e	$\frac{\sigma_e}{\overline{X_e}}$	$\overline{X_s}$	σ_s	$\frac{\sigma_s}{\overline{X_s}}$	M	$\frac{\overline{X_e}}{M}$	$\frac{\overline{X_s}}{M}$	$\frac{\overline{X_s}}{\overline{X_e}}$
1	Diamètre des fleurs	mm	7,2	1,5	0,21	10,5	1,7	0,16	8,85	0,81	1,19	1,45
2	Longueur des anthères	mm	1,3	0,33	0,25	1,8	0,25	0,14	1,55	0,84	1,16	1,38
3	Longueur des filets	mm	3	0,52	0,17	3,9	0,59	0,15	3,45	0,87	1,13	1,33
4	Diam. grains de pollen	μ	27	2,3	0,09	35	3,1	0,09	31	0,87	1,13	1,3
5	Nbre de fleurs par grappe	—	25	10,7	0,43	16	7,7	0,48	20,5	1,22	0,78	0,66
6	Largeur des capsules	mm	2,97	0,38	0,13	3,56	0,35	0,10	3,27	0,91	1,09	1,2
7	Nbre de graines par capsule	—	10	3,4	0,34	7,5	3,5	0,47	8,75	1,15	0,85	0,75
8	Longueur des graines	mm	1	0,12	0,12	1,3	0,14	0,11	1,15	0,87	1,13	1,3
9	Longueur des stomates	μ	23,5	0,8	0,03	31	0,92	0,03	27,8	0,85	1,15	1,32
10	Surface des cellules du tube de la corolle	μ^2	7930	1630	0,20	15060	2500	0,16	11495	0,69	1,31	1,9



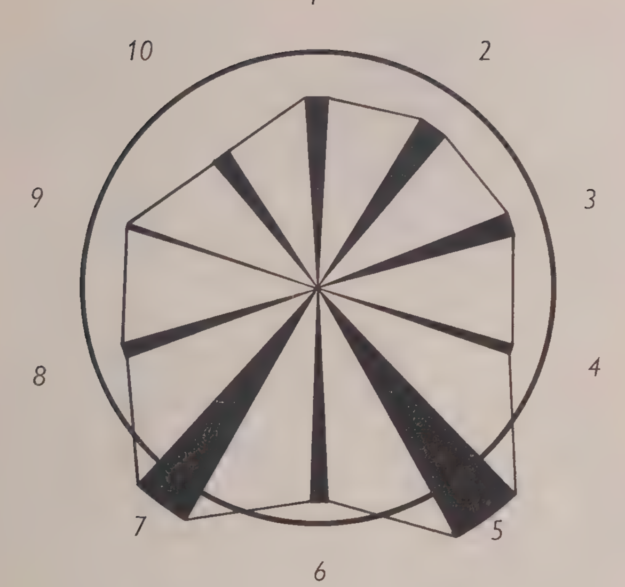


Diagramme 1.
V. prostrata
ssp. *prostrata*.

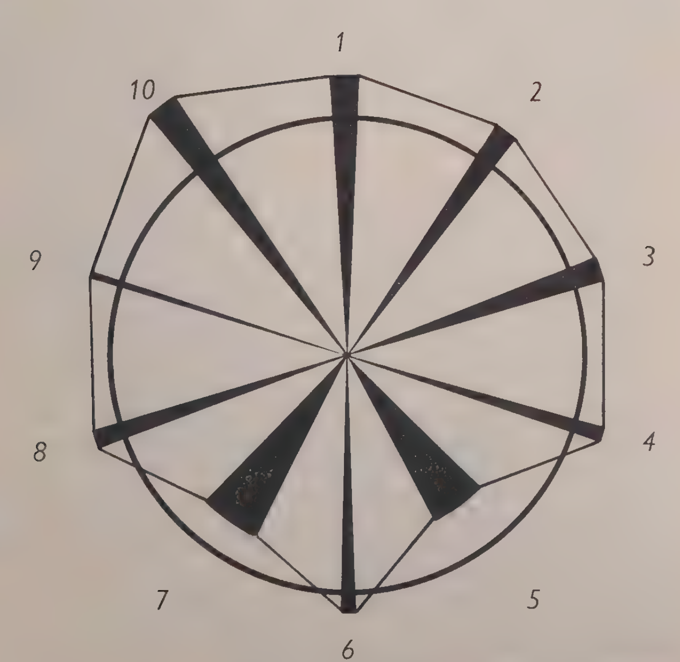


Diagramme 2.
V. prostrata
ssp. *Scheereri*.

Diagrammes 1 et 2. Les numéros des secteurs correspondent à ceux des caractères du tableau II.

pour *V. prostrata Scheereri* et *V. prostrata prostrata* une image précise, pour une série de caractères assez valables en systématique.

On pourrait multiplier les caractères ; DUSSART en utilise vingt. Nous nous en sommes tenu à ceux dont les mesures nous paraissaient le plus sûrement établies et qui, révélant les différences existant entre les deux taxa, sont vraiment les plus significatifs.

N'ayant pu être évaluée numériquement, la couleur des fleurs ne figure pas dans cet ensemble. Mais ce caractère renforcerait encore l'impression produite par nos figures : à savoir qu'une nette distinction peut être établie entre nos sous-espèces, dont la réalité est ainsi amplement prouvée.

V. Répartition géographique

SCHEERER pressentait tout l'intérêt qu'il y aurait à connaître les distributions géographiques des *V. prostrata* diploïdes et tétraploïdes. Son travail cytologique et le nôtre ont déjà mis quelques points en lumière : territoires bien distincts en Suisse et, à première vue, également en Europe.

Mais quelles sont les limites et les étendues de ces répartitions ? Où les deux sous-espèces peuvent-elles être en contact ? Voilà des problèmes que nous tenions beaucoup à résoudre, et, pour cela, il fallait procéder à une très vaste enquête. Comment la réaliser ? Disposer de nombreux correspondants qui soient en mesure de nous rechercher du matériel, ou entreprendre des expéditions un peu partout en Europe ? Les apports extérieurs ont été très réduits, et le temps comme les moyens financiers nous ont manqué pour réaliser un programme de voyages un peu vaste.

Nous aurions aussi pu attendre d'avoir publié notre mise au point taxinomique et espérer que quelques chercheurs, ici et là, pourraient nous signaler des stations de l'une ou de l'autre *V. prostrata*, lesquelles comme nous l'avons déjà dit, s'identifient facilement sur place lorsqu'elles fleurissent. De toutes, c'est la solution la plus aléatoire.

Il restait une ressource, tirer parti du trésor que constituent les herbiers ! Nous nous y sommes déterminé après avoir constaté quelles richesses étaient contenues dans les collections du Conservatoire botanique de Genève ; toutes les régions qui nous intéressaient y étaient représentées par plusieurs exsiccata, dont nous pûmes heureusement disposer. Un prêt de Munich a heureusement complété l'échantillonnage. Avec nos exemplaires personnels et ceux de l'institut de Neuchâtel, nous avons disposé de plusieurs centaines d'individus ; un rapide examen des herbiers de l'E. P. F. et du Botanisches Museum de Zurich a complété notre documentation.

Les connaissances acquises sur la morphologie des deux sous-espèces nous permettent, le plus souvent, de décider assez facilement à quel type se rattache un exemplaire séché. Mais le grand polymorphisme des

feuilles, la variabilité mise en lumière dans nos descriptions et tableaux comparatifs, la décoloration inévitable des corolles après un certain temps compliquent beaucoup les déterminations dans certains cas, et l'incertitude apparaît. Qu'on se rappelle aussi que Watzl, qui a pourtant étudié un matériel d'herbier extrêmement abondant, n'a pas distingué de sous-espèces chez *V. prostrata*. Il retient seulement la forme *Satureiaefolia* de Poiteau et Turpin, caractérisée par l'intégrité, la longueur et l'étroitesse des feuilles, forme répandue chez l'une et l'autre sous-espèce, ce qui, pour l'instant du moins, nous la fait abandonner.

Si Watzl avait erré, nous étions aussi certains de le faire, en nous confiant uniquement à un examen ordinaire des exsiccata. C'est pourquoi, pendant longtemps, nous avons recherché un moyen d'identifier plus sûrement ces exemplaires d'herbiers.

Les mesures faites sur des stomates de feuilles fraîches pouvaient-elles être reproduites avec des feuilles séchées ? Nous l'espérions beaucoup mais nos nombreuses tentatives se heurtèrent à maints obstacles, malgré l'application d'une méthode due à Sax (1938).

Aux facteurs indiqués par Schwanitz (1951), lorsqu'il met en doute la valeur de l'évaluation des polyploïdes par l'examen des stomates de plantes vivantes, s'ajoutent, pour des exsiccata, leur ancienneté, le moment de la récolte, leur état de conservation, la qualité de la dessication, etc.

Les grains de pollen pourraient également servir de moyen de comparaison, les différences de tailles étant très nettes entre diploïdes et tétraploïdes. Comme nous l'avons déjà dit, tous nos essais dans ce sens-là, sur du matériel séché, ont été infructueux.

Il restait une solution, s'occuper des cellules de la corolle, puisque Lehmann et nous-même avions constaté, dans nos groupes respectifs et sur ces objets, une variation de grandeur directement en rapport avec le degré de polyploïdie.

Une première série d'observations fut négative ; les fragments de corolles, ratatinés, ne présentaient plus les images parlantes qu'on voit sur les objets frais. D'autre part, les cellules choisies par Lehmann, avec leur pourtour extrêmement sinueux, ne se prêtaient pas à un examen ou à un dessin rapide. Or notre but n'était pas seulement de découvrir une méthode utilisant des résultats biométriques. Il fallait, à notre avis, trouver un moyen rapide et relativement facile d'observation de ces caractères quantitatifs.

Ayant dû abandonner momentanément nos recherches, nous reprîmes, plusieurs mois après, des fragments d'épiderme montés à froid dans du lactophénol. Nous constatâmes qu'ils s'étaient étalés et que les cellules apparaissaient plus nettement. D'autre part, délaissant le limbe des pétales, nous avons décidé de nous occuper des cellules épidermiques du tube de la corolle, dont la forme est beaucoup plus simple. Les rapports observés sur le frais se confirmèrent : les cellules de plantes tétraploïdes s'avérèrent beaucoup plus grandes que celles des diploïdes. L'étape suivante permit d'accélérer l'étalement et le regonflement des cellules, par l'utilisation modérée d'un mouillant

(tous les détersifs doux du commerce sont utilisables) et par chauffage bien conduit dans l'eau puis dans le lactophénol, selon la méthode d'Amann (1899).

Avec un peu d'habitude il est très facile de distinguer les cellules épidermiques externes des internes. En coupe elles apparaissent beaucoup plus grosses et plus régulièrement disposées que celles du mésophylle ; leurs membranes sont plus nettes et leur forme beaucoup plus régulière. Celles de l'épiderme externe possèdent d'ailleurs une membrane quelque peu ridée.

Naturellement des précautions diverses doivent être prises pour éviter des mécomptes de préparation et d'observation. Tout d'abord, les corolles à observer doivent avoir le même état de développement. C'est essentiel car la taille des cellules dépend aussi du moment de la croissance. Il faut aussi, dans la mesure du possible, si l'on dispose de plusieurs échantillons d'une localité, choisir celui dont la taille des fleurs se rapproche de l'une des moyennes données pour l'une ou l'autre sous-espèce. Mais ce distinguo revêt moins d'importance que le précédent.

Afin de comparer des cellules de développement aussi identique que possible, nous avons toujours choisi des corolles ouvertes de la base de l'inflorescence, déjà détachées du calice ou prêtes à le faire ; on évite de ce fait d'endommager les exemplaires d'herbiers en essayant d'arracher des corolles sèches dans des grappes souvent compactes.

Autre précaution : lors de l'observation, il est bon de choisir toujours la même région du tube, la meilleure, à notre avis, se situant au voisinage de l'anneau pilifère.

Le processus de montage se résume comme suit :

1° Dissection de la fleur à sec sous une loupe binoculaire, afin de prélever un ou plusieurs fragments du tube, en éloignant saletés et autres objets (filets, anthères).

2° Transfert immédiat de ces fragments sur le porte-objet dans une goutte d'eau additionnée d'un mouillant. Si la dissection de la corolle, souvent trop sèche et trop friable, s'avère trop difficile, elle s'opérera mieux dans ce liquide-là.

3° Mise en place d'un couvre-objet et examen au microscope pour déterminer le degré d'opacité et le rétrécissement des tissus.

4° Chauffage très doux pour éliminer une partie de l'eau et de l'air. Introduction sous lamelle du lacto-phénol, chauffage pour chasser complètement l'air et étaler les tissus. Cette opération est la plus délicate et doit être conduite avec prudence ; un chauffage assez fort est nécessaire pour étaler les épidermes, mais il faut néanmoins éviter un éclaircissement trop prononcé de la préparation. Des contrôles intermédiaires au microscope sont alors très utiles.

5° Observation à un fort grossissement (500 diamètres au moins) et dessin à la chambre claire d'une partie centrale du champ. Le plus simple est de remplir de cellules adjacentes toute la surface d'une carte

de format déterminé. La surface des cellules s'évaluera alors facilement : quotient de la surface de la carte par le nombre des cellules, puis rectification en tenant compte du grossissement employé.

Le traitement des fragments de tissu ne permet pas des images présentant toutes des contrastes suffisants. Toutes les ressources d'éclairage doivent alors être utilisées pour que les cellules apparaissent le plus nettement possible.

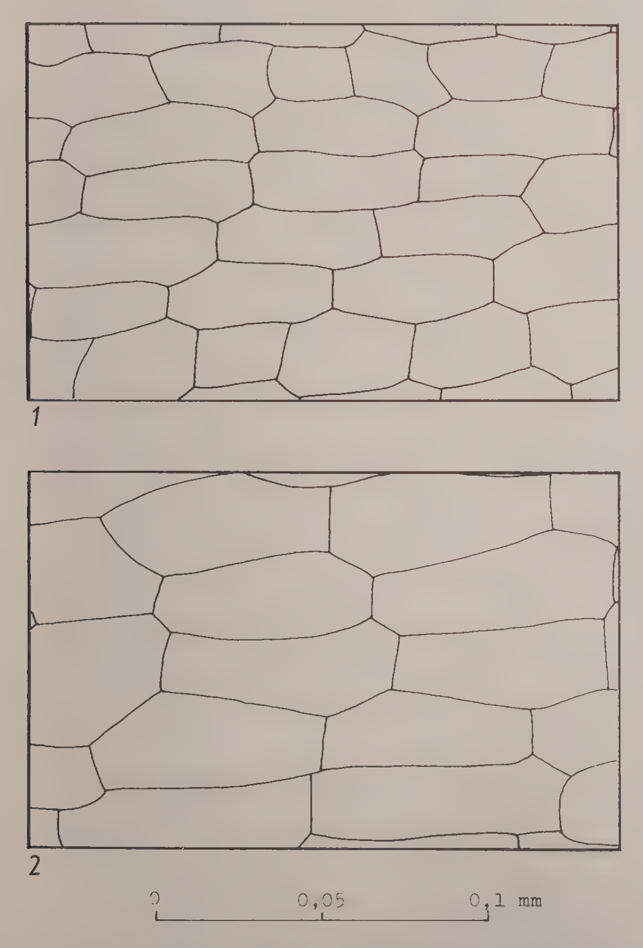


Fig. 1 et 2. Cellules épidermiques externes du tube de la corolle chez *Veronica prostrata* ssp. *prostrata* (fig. 1), exsiccatum d'une plante récoltée à La Bâtiaz (Valais), et chez *Veronica prostrata* ssp. *Scheereri* (fig. 2), exsiccatum provenant de Blauen (Jura bernois).

Dans notre travail, les surfaces cellulaires visibles ont été calculées à partir d'un champ uniforme ramené à 0,2 mm² (voir fig. 1 et 2).

Des précautions diverses furent prises : moyennes de deux à trois comptages par carte, préparation de plusieurs dessins pour chaque fleur tétraploïde à grosses cellules, ainsi que pour chaque cas douteux ou limite, afin d'assurer à une méthode aussi élémentaire une base malgré tout sérieuse. Nous admettons volontiers que la planimétrie de nos figures eût été plus précise, mais elle eût demandé davantage d'un temps qui nous était limité.

En général, les nombres de cellules par carte sont suffisamment parlants, mais ils donnent dans les cas extrêmes une idée tout à fait fausse du rapport réel des surfaces de cellules.

Avant de procéder à l'examen de tout notre matériel, nous avons établi un étalonnage sur une vingtaine d'exsiccata de chaque sous-espèce, provenant de localités où des contrôles cytologiques avaient été effectués.

Nous obtînmes pour les surfaces cellulaires de la ssp. *prostrata* une moyenne de 8400 μ^2 (σ : 1820 μ^2) et pour la ssp. *Scheereri*, 15400 μ^2 (σ : 3110 μ^2).

La différence des moyennes s'avérant hautement significative, nous pûmes passer à l'examen de tous les échantillons qui s'y prêtèrent. En effet, un feutrage de moisissure atteignant les corolles rendit souvent les préparations indéchiffrables ; d'autres causes entraînèrent des échecs.

Heureusement nous pûmes néanmoins établir le degré de polyploïdie pour des plantes provenant de 60 localités européennes différentes, en majorité représentées par au moins trois individus distincts ; si l'on se réfère au nombre de cellules mesurées par individu (30 à 40), on peut admettre que ce travail repose sur des bases satisfaisantes.

Les populations totales de chaque sous-espèce nous donnèrent les moyennes suivantes, toujours pour la surface des cellules :

prostrata : 7930 μ^2 (σ 1636) correspondant à 25 cellules par champ ;
Scheereri : 15060 μ^2 (σ 2500) correspondant à 13,5 cellules par champ.

Ces moyennes sont tout à fait distinctes et significatives.

D'autre part, l'accord avec les résultats de l'étalonnage est fort satisfaisant. Les écarts peuvent être considérés comme dus au hasard avec des probabilités assez fortes (0,3 et 0,6), dépassant de beaucoup le seuil admis de 0,05 !

Cette méthode est donc valable dans la très grande majorité des cas, le recours ultime appartenant à l'étude caryologique.

Un simple comptage de cellules suffit souvent, la limite se situant à 18 (11.000 μ^2). Tout nombre inférieur peut être attribué à du tétraploïde ; à partir de 20, on peut se décider pour du diploïde. Des comparaisons morphologiques seront utiles pour confirmer le diagnostic. L'accord est réalisé dans au moins 95 % des observations entre la morphologie et la biométrie des cellules de la corolle.

Les résultats obtenus par cette méthode et ceux fournis par tous les comptages de chromosomes nous ont permis de dresser des cartes

de répartition des localités reconnues par nous pour l'une et l'autre sous-espèce (voir cartes 1 et 2).

Un travail complémentaire (contrôles plus sommaires en herbiers et examen de toute une bibliographie) a servi de base à une délimitation provisoire des aires de chaque taxon, également figurée sur la deuxième carte.

Le fait essentiel qui apparaît est la distribution en deux aires nettement distinctes, mais contiguës des ssp. *Scheereri* et *prostrata*.



Carte N° 1. Distribution en Suisse et dans les régions limitrophes de *Veronica prostrata* ssp. *prostrata* (▲); de *V. prostrata* ssp. *Scheereri* (●); de *V. austriaca* ssp. *dentata* (+ : f. à N = 24, ■ : f. à N = 32).
Les signes soulignés correspondent à des déterminations basées sur le nombre chromosomique.

Déjà pressenti par Scheerer, mis en évidence par les recherches cytologiques déjà relatées, brillamment confirmé par cette troisième étape, ce phénomène est d'un intérêt évident.

Il confirme l'opinion premièrement émise par von Wettstein (1898), selon laquelle deux taxa très apparentés et récemment différenciés occupent des territoires qui s'excluent. Un tel principe nous autorise à considérer la distribution géographique de nos sous-espèces comme un critère utile de détermination, subordonné néanmoins à l'ensemble des autres caractères valables. En effet les aires sont à peu près contiguës et se rejoignent même en certains endroits.

Les points d'interrogation situent des localités où *V. prostrata prostrata* et *V. prostrata Scheereri* n'ont pas encore pu être distinguées l'une de l'autre avec une entière certitude. A ce sujet, il faut se rappeler que WATZL a décrit un *V. Jancheni* analogue à ces plantes douteuses, parmi des populations dont tous nos examens ont prouvé la diploïdie : Basse-Autriche et Hongrie. Etant donné leur cohabitation avec d'authentiques *prostrata*, il nous paraît admissible de rattacher à cette sous-espèce d'autres exemplaires douteux récoltés en Italie.



Carte N° 2. Aires d'extension en Europe des ssp. *prostrata* (▲, △) et *Scheereri* (●, ○) de *Veronica prostrata*. Traits interrompus : limites non précisées. △, ○ : localités n'ayant été l'objet d'aucun contrôle cytologique ou en herbier.

Par contre, il est fort probable qu'en Dauphiné, en Thuringe et en Bavière principalement, l'une et l'autre sous-espèce croissent en des localités fort voisines et qu'ainsi les aires s'interpénètrent quelque peu.

Un autre fait frappant de ces distributions est leur disproportion.

Avant de commenter ce point et d'esquisser une tentative d'explication des répartitions géographiques des deux sous-espèces de *V. prostrata*, il nous paraît indispensable de préciser un peu leur écologie.

VI. Ecologie

Nous commencerons par celle de la ssp. *prostrata*. La présence de cette plante dans les vallées centrales, chaudes et sèches des Alpes, témoigne d'exigences bien délimitées, en rapport avec une période de végétation active assez courte : trois à quatre mois au maximum. Il s'agit réellement d'une adaptation à un climat continental, témoignant de l'origine steppique de l'espèce.

Bien des auteurs ont caractérisé le climat continental ; dans notre cas, en plus de la forte amplitude thermique, mentionnons la pluviosité restreinte et bien périodique.

Les conditions qui nous paraissent le mieux convenir à la ssp. *prostrata* sont une basse moyenne annuelle de précipitations (moins de 100 cm), des étés relativement chauds (plus de 15° en moyenne), suivis d'hivers rigoureux.

En effet, c'est dans les vallées orientales des Alpes et dans leur parties les plus sèches : Basse-Engadine, val Mustair, Vintschgau et Haute-Valtelline, que la ssp. *prostrata* est vraiment la plus abondante et la plus sociable. A tel point qu'on en a pu faire une caractéristique de l'alliance *Stipeto-Poion Xerophilae* (Br. Bl. et Tüx. 1943), laquelle se rattache à l'ordre des *Festucetalia vallesiacae*, lui-même dépendant de la classe des *Festuco-Brometea*.

L'alliance est propre aux vallées ci-dessus indiquées ; elle se caractérise par : *Poa alpina xerophila*, *Veronica euprostrata*, *Thymus humifusus*, *Centaurea maculosa Mureti*, *Thymus polytrichus*, *Galium corrudaefolium*, *Plantago serpentina*, *Dianthus silvester*, *Sempervivum alpinum*. Les caractéristiques de l'ordre sont connues : *Festuca vallesiaca*, *Thesium linophyllon*, *Tunica saxifraga*, *Veronica spicata*, *Agropyron intermedium*, *Stipa capillata*, *Carex nitida*, *Potentilla puberula* et *arenaria*, *Oxytropis pilosa*, *Onobrychis arenaria*, *Astragalus excapus*, *Myosotis micrantha*, *Achillea nobilis* et *setacea*, et d'autres que nous n'avons jamais trouvées avec *V. prostrata*.

Des associations de cette alliance se retrouvent dans le val Mustair et le Vintschgau : *Festuceto-Poetum xerophilae* (Br. Bl. 1936) ; dans le Tyrol autrichien *Astragalo-Brometum* (Br. Bl. 1949) *Festucetosum vallesiacae* sub. ass. nov. Kielhauser (1954) ; dans la Basse-Engadine, pente sud-ouest de la ruine de Tschanüff, pelouse à *Agropyron intermedium* (Br. Bl. 1918), et à Charrat : pelouse à *Adonis vernalis*, et naturellement dans plusieurs autres stations des Grisons ou du Valais, mais où nous n'avons pas rencontré la ssp. *prostrata*. Celui-ci semble avoir disparu du Valais central ou s'y être extrêmement raréfié.

D'autre part, dans la Haute-Valtelline (environs de Bormio), dans la Basse-Engadine également (Prairies à l'est de la ruine de Tschanüff, où *V. prostrata* est très abondant), sur le plateau de Gurlaina près Scuol, aux environs de Tiefencastel (Grisons) et sur e Mont-Chemin (SE de Martigny-Valais), Furrer (1914, 1951, 1952) et nous-même, en 1957, 1958 et 1959, avons trouvé *V. prostrata* en des stations un peu moins xériques, où *Festuca vallesiaca* est presque toujours remplacé par

Bromus erectus. Cette espèce y est accompagnée entre autres de *Koeleria cristata, Carex verna, Potentilla verna, Onobrychis viciifolia, Briza media, Plantago media, Hippocrepis comosa, Silene nutans, Centaurea scabiosa, Pimpinella saxifraga, Verbascum Lychnitis, Teucrium chamaedrys, Ranunculus bulbosus,* toutes plantes caractéristiques des *Brometalia,* et qui témoignent même d'une orientation vers le *Mesobromion.* Pourtant on remarque encore, suivant les stations : *Carex humilis, Silene Otites, Medicago falcata, Medicago minima, Artemisia campestris, Phleum Boehmeri, Allium carinatum, Trifolium alpestre, Turritis glabra, Sanguisorbe minor, Pencedanum oreoselium, Globularia vulgaris, Orchis sambucina, Teucrium montanum, Asperula Cynanchica, Viscaria vulgaris, Jasione montana, Poa bulbosa,* etc.

Par ces exemples, on peut se rendre compte qu'il est difficile de préciser les associations dans lesquelles croît la ssp. *prostrata.* FURRER (1951, 1952), qui ne l'a jamais rencontrée avec *Stipa Capillata,* ne la signale que dans du *Xerobrometum* (Haute-Valtelline et Grisons) analogue à celui qu'il a décrit en 1923. BRAUN-BLANQUET lui-même (1932) parle au sujet de *V. prostrata* de *Xerobrometum rhaeticum.*

Qu'en est-il à l'étranger ? Notre documentation est fort incomplète encore, car notre étude écologique, poursuivie conjointement avec celle de *V. spicata,* est encore en cours. De plus amples détails seront fournis par la suite en comparant nos deux espèces.

Toutefois les quelques renseignements suivants préciseront encore l'écologie de *V. p. prostrata.*

En Thuringe et en Saxe, DRUDE (1912) situe notre plante dans la végétation des collines sèches : pâturages et gazons, laquelle compte de nombreuses sarmatiques et même des subméditerranéennes. Selon BRAUN-BLANQUET (1936) les associations de Thuringe comportent davantage d'espèces du *Festucion* que du *Bromion.*

Pourtant KLIKA, dans ses travaux sur la végétation xérothermique de l'Europe centrale (1931 à 1939), cite de nombreuses associations d'allure steppique, qu'il rattache à ces deux alliances, surtout au *Festucion.* Or, *V. prostrata* ne figure que comme compagne de faible présence dans deux ou trois de ces associations seulement.

WENDELBERGER (1954) ne cite nulle part *V. prostrata* dans sa grande étude sur les steppes pannoniennes.

Notre plante est pourtant répandue en Russie centrale et méridionale ; elle est commune en Roumanie (Valachie et Moldavie), et KERNER (1874) en cite de nombreuses localités hongroises.

Cet auteur indique en plus les stations suivantes : prés secs, gazons, clairières de forêts inférieures, terrasses de quelques pentes montagneuses, lisières et digues. En Roumanie, les flores signalent les mêmes stations avec en plus : bord des chemins et pâturages.

En Russie, WALTER (1943) cite comme station de *V. prostrata* la prairie steppique intermédiaire entre la forêt steppique et la steppe proprement dite, qui est plus riche en *Stipa* et en *Artemisia.* La composition de cette prairie steppique est très riche en espèces variées, dont presque toutes sont communes en Europe centrale, les Graminées

dominantes étant d'abord *Bromus erectus* puis *Festuca sulcata*. Il s'agit donc bien de formations voisines des *Festuceta* ou des *Brometa* de l'Europe centrale, voire occidentale.

N'oublions pas que *V. prostrata* atteint presque le 60° de latitude nord à Orlov.

D'autre part, il faut aussi penser à la répartition méditerranéenne de notre plante.

En Maurienne et en Tarentaise (vallées des Alpes occidentales à climat assez continental), *V. prostrata* voisine avec quelques xérothermiques dont beaucoup sont subméditerranéennes (PERRIER DE LA BATHIE, 1912).

En Italie, elle occupe les collines calcaires ou basaltiques du Nord, celles de la Toscane, de l'Emilie et de l'Ombrie. (Une localité calabraise nous paraît douteuse, car dans ce pays on a confondu fréquemment *V. prostrata* avec *V. Teucrium* ssp. *Orsiniana*.)

A Ravenne, *V. prostrata* se rencontre dans la Pinède avec *Pinus Pinea*, *Quercus Ilex*, divers arbustes du maquis, et en plus *Asparagus acutifolius*, *Teucrium polium*, *Teucrium Chamaedrys*, *Rubia peregrina*, *Bromus erectus*, pour la strate herbacée, ainsi que le signale une étude générale de la végétation de la Romagne par ZANGHERI (1954). Cette pinède est, selon divers auteurs, une station relicte et elle occupe l'ancien littoral, où la pluviosité est très faible. Il est intéressant de constater que de toutes les phytocénoses décrites pour la Romagne (une vingtaine), ce soit la seule à héberger notre plante.

On peut rappeler ici que SCHMID (1936) a inclus *V. prostrata* (en réalité la ssp. *prostrata*) dans les espèces de la ceinture des forêts steppiques à *Pulsatilla*. La station de Charrat (lande à *Adonis vernalis*, à *Stipa capillata* et à *Festuca vallesiaca*) s'interpénètre avec un bois de Pins sylvestres relicte, et la ssp. *prostrata* a été autrefois récolté dans le Bois-Noir de Saint-Maurice. Sa distribution dans les Alpes centrales correspond à celle du *Pinetum silvestris astragalosum* de cet auteur, mais notre plante est réellement bien rare dans ces bois de pins !

Selon ZOLLER (1954)*a*, *V. prostrata prostrata* se rencontre le plus fréquemment dans les prairies steppiques et les steppes à *Stipa* des ceintures suivantes : *a)* des forêts steppiques à *Pulsatilla*, *b)* des steppes. Elle est localement dispersée dans des bois de pins sur sols siliceux, dans les steppes sur sable ou de collines des mêmes ceintures, qu'il considère comme le centre de formation de l'espèce.

Cet auteur a-t-il raison de considérer comme primaire sa localisation dans les bois de pins relictes des Alpes centrales ou dans des gazons steppiques et comme secondaire sa présence dans les pelouses sèches du *Festucion vallesiacae* et du *Bromion* des mêmes Alpes centrales ? Nous le pensons, car il est bien possible que *V. prostrata prostrata* soit un pseudo-hémérophobe, c'est-à-dire une espèce dont l'introduction dans ces associations est favorisée par une légère façon culturale : fauchaisons espacées ou pacage, mais que des activités agricoles intensives font disparaître. Nous avons observé cela aux Grisons et au Valais, également dans l'Ajoie et le Jura pour *V. prostrata Scheereri*.

Cette opinion concorde aussi avec les observations de Klika et de Walter et s'accorde bien avec l'idée que la formation végétale d'élection pour la ssp. *prostrata* est la prairie steppique, comme avec le caractère non exclusivement héliophile et xérothermique de notre plante. En effet, elle n'apparaît pas dans les stations semi-désertiques ou rupestres, ni même dans les pelouses les plus sèches des régions où elle croît.

Ses exigences pédologiques sont peu nettes : elle s'accomode en général de sols bruns ou châtains de steppe, d'épaisseur et de teneur en calcaire très variables : les *p*H mesurés par nous ou les auteurs vont de 6,5 à 7,2. Dans des climats un peu plus humides (plaine du Pô), l'exigence pour la perméabilité augmente et la préférence pour les pentes calcaires est plus nette. La roche sous-jacente peut varier énormément : schistes divers, quarzites, porphyres, basaltes, gneiss, granites (mais non compacts) ; calcaires ; cailloutis, sables, graviers glaciaires ou fluviaux.

En résumé, *V. prostrata prostrata* est un hémicryptophyte à courte période de végétation (début de la saison chaude), neutrophile ou légèrement acidiphile, préférant des sols assez meubles, mais de composition très variable. Sa distribution paraît conditionnée par une moyenne annuelle de précipitations de 30 à 80 cm et par une température estivale d'au moins 15° (moyenne 19°). Peu sociable, dispersée, elle caractérise rarement un groupement défini, mais peut être rattachée, pour la majeure partie de son aire, aux associations des *Festuceto-Brometea*. Son origine se situe certainement dans les prairies steppiques d'Europe orientale.

Avant de passer à *V. prostrata Scheereri*, une remarque s'impose, valable pour les deux sous-espèces d'ailleurs. Nous avons constaté que parfois l'une ou l'autre échappe à l'attention des phytosociologues. Rien d'étonnant à cela si l'on se rappelle la petitesse de nos plantes et leur très courte période de floraison (dix jours). Celle-ci est en plus un peu irrégulière, la fructification l'est également et il est fort difficile d'identifier la plante dépourvue de fleurs et de fruits. Sitôt les graines dispersées, il ne subsiste qu'une hampe desséchée et de rares pousses stériles feuillées, recouvertes souvent par les plantes voisines.

C'est pour cette raison sans doute que des travaux phytogéographiques relatifs au Jura méridional, à la Bourgogne ou à la région lyonnaise ne mentionnent jamais *V. prostrata Scheereri* pourtant répandu dans ces endroits selon de nombreux auteurs ou récolteurs anciens ou récents.

Cette omission et la confusion fréquente entre *V. austriaca dentata* et *V. prostrata Scheereri* ne nous ont pas permis de tirer parti de toute la bibliographie consultée.

Toutefois des travaux souvent remarquables nous ont été utiles ; citons parmi les principaux auteurs : Thurmann (1849), Magnin (1883 à 1906), Allorge (1921), De Litardiere (1928), Imchenetzky (1926), Issler (1927 et 1951), Jovet (1949), Jablokoff (1953), Zoller (1954), Oberdorfer (1949 et 1957), Mme Pottier-Alapetite (1943) ; à cette occasion nous tenons à affirmer qu'un seul point de systématique nous

oppose à ce dernier auteur, dont nous estimons beaucoup l'œuvre phytogéographique et historique.

Que ressort-il de nos observations personnelles, de nos relevés en Suisse et en France comme des études consultées ? Tout d'abord que *V. prostrata Scheereri* présente certains caractères écologiques analogues à ceux de *V. prostrata prostrata*, contrairement à ce que pourrait faire présumer un regard à son aire de distribution.

Il ne faut pas oublier que la sous-espèce tétraploïde n'a pas une période de végétation plus longue que celle de la diploïde. Ce fait explique en grande partie son écologie. Comme sa parente, *V. prostrata Scheereri* est assez xérophile, thermophile et héliophile. Ses stations d'élection seront donc avant tout des pentes ou des plateaux bien exposés au soleil. Mais, puisqu'elle atteint 1 050 m dans le Jura et 2 000 m dans les Pyrénées, on doit lui reconnaître une adaptation à un régime pluvial moins tranché, plus régulier, souvent subatlantique.

Des relations beaucoup plus étroites s'observent alors entre les conditions édaphiques et climatiques : partout où le climat se révèle davantage pluvieux et froid, *V. prostrata Scheereri* est rigoureusement lié à un substat calcaire : Haut-Jura français et neuchâtelois, Ajoie, Vexin, Anjou, Poitou, Auvergne, Collines lorraines, Souabe et même Pyrénées centrales. (Le cirque de Gavarnie est en effet calcaire.)

Il s'agit inévitablement d'une préférence d'ordre thermique, comme l'a si bien dit De Litardiere (1928). Lorsque le climat s'avère plus continental ou plus chaud, *V. prostrata Scheereri* peut se développer dans des sols moins nettement calcaires : sables, cailloutis, graviers plus ou moins siliceux, mais comprenant néanmoins une bonne proportion de carbonates actifs : Valois, Plaine rhénane, Haute-Alsace, Fontainebleau, Hegau.

Dans le Velay, région sèche parce que soumise à un régime de fœhn, Carles (1947) a montré que *V. prostrata* ne subsiste que sur le basalte perméable, dans des pelouses sèches de l'étage du Pin sylvestre.

Il apparaît clairement que, d'une façon très générale, *V. prostrata Scheereri* recherche des sols d'une grande perméabilité, à teneur élevée en calcaire ou fortement minéralisés, à quantité d'humus faible et à réaction basique ; tous les *p*H des auteurs concordent avec les nôtres : 6,8 à 8, moyenne 7,5.

L'amplitude altitudinaire des deux *V. prostrata* est forte : de quelques mètres à près de 2 000 m (1 770 m pour *V. prostrata prostrata* dans le Wintschgau et 2 000 m environ pour *V. prostrata Scheereri* dans les Pyrénées centrales).

Mais si la sociologie de *V. prostrata prostrata* est à peu près indépendante des variations altitudinaires en raison du caractère xérothermique si accusé des vallées alpines centrales, celle de *V. prostrata Scheereri* correspond beaucoup mieux aux divers étages.

Une véritable succession d'associations apparaît, allant de l'*Astragalo-Stipion (Festucetalia)* bien typique du Rhin moyen (90 m) au *Xerobromion* des collines (100 à 500 m) pour s'achever au *Mesobromion* des endroits plus frais ou plus montagneux (environ 500 à 1 000 m).

Quelques noms d'associations ou quelques précisions floristiques éclaireront mieux ce passage des *Festucetalia* au *Mesobromion*. Relevons d'emblée qu'on ne sort pas de la classe des *Festuco-Brometea*, à part une très faible présence dans un *Querceto-Pinetum* en Alsace. La parenté sociologique avec *V. prostrata prostrata* est donc indéniable.

Etage inférieur : Station relicte des bancs sableux de Mayence : *Trinio-Stipetum* Knapp (1944), Oberdorfer (1957), avec *Stipa capillata*, *Potentilla arenaria*, *Stipa Joannis*, *Adonis vernalis*, *Poa badensis*, *Trinia glauca*, *Thesium linophyllon*, *Silene Otites*, *V. spicata*. etc. Cette association est remarquable par son isolement et la quantité d'espèces continentales et steppiques qu'elle renferme. C'est bien *V. prostrata Scheereri* qui s'y rencontre ; Scheerer a démontré qu'il s'agit de la sous-espèce tétraploïde, et nos observations en herbiers ne laissent aucun doute à ce sujet.

Les associations de Haute-Alsace décrites par Issler (1928 et 1951), comme celles rencontrées par Rebholz (1931) près de Beuron, nord du Hegau, comprennent plusieurs de ces caractéristiques des *Festucetalia* telles que *Potentilla arenaria*, *Thesium Linophyllum*, *Centaurea Stoebe*. Mais comme dominent : *Teucrium montanum*, *Bromus erectus*, *Linum tenuifolium*, *Dianthus Carthusianorum*, *Fumana procumbens*, *Euphorbia cyparissias*, *Anthericum liliago*, *Helianthemum nummularium*, *Globularia Willkommii*, *Trinia glauca*, *Koeleria pyramidata*, *Pulsatilla vulgaris*, *Potentilla verna*, plantes caractérisant davantage des groupements du *Bromion*, on a fait de ces associations des *Xerobrometa*, principalement *suevicum*, *alsaticum* (cf. Oberdorfer, 1957). Ceux-ci, avec le *Xerobrometum rhaeticum*, forment le passage *Festucetalia-Brometalia*.

Dans le *Xerobromion* typique pourront être groupées des associations diverses des étages inférieur ou moyen de la plaine et du Jura français : *Brometo-Caricetum Hallerianae* (Pottier) des environs de Besançon, *Xerobrometum Divionense*, *Burgundense*, *Lugdunense* (Bourgogne et Lyonnais) (Hagene, Guinochet et Quantin) et surtout les divers faciès de l'association à *Festuca duriuscula* et *Sesleria coerulea (Festucetum duriusculae seslerietosum)* (De Litardiere) de l'Ouest ou du bassin parisien : Poitou, Anjou, Vexin, Valois, Brie. *V. prostrata Scheereri* peut être considérée comme une caractéristique peu abondante, il est vrai, mais fidèle de cette association. Celle-ci est quelque peu plus mésophile que les précédentes, et *Sesleria* ne s'y rencontre que lorsque la déclivité du terrain s'accentue.

Du Jura suisse, *V. p. Scheereri* n'occupe que le versant nord-occidental : plateau de Gempen, vallée de la Birse en aval de Laufen, Ajoie, vallée de La Brévine. Très proches, d'altitude et de climat analogues, sont les localités jurassiennes françaises du Fort-de-Joux et du Russey.

Dans toutes ces localités, les associations dont fait partie notre plante se rattachent au *Mesobromion*. Les espèces les plus fréquentes sont : *Koeleria cristata*, *Briza media*, *Carex verna*, *Orchis Morio*, *Ranunculus bulbosus*, *Potentilla verna*, *Sanguisorba minor*, *Onobrychis viciifolia*, *Cytisus sagittalis*, *Trifolium pratense*, *Anthyllis vulneraria*, *Hippocrepis*

comosa, *Polygala comosa et vulgaris*, *Euphorbia verrucosa*, *Pimpinella saxifraga*, *Primula veris*, *Cirsium acaule*, *Hieracium pilosella*, auxquelles s'ajoutent quelques mésophiles indiquant un passage vers les *Arrhenatheretalia* : *Anthoxanthum odoratum*, *Poa annua* et *pratensis*, *Cerastium caespitosum*, *Agrostis tenuis*, *Cynosurus cristatus*, *Lotus corniculatus*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium repens*, *Linum catharticum*, *Centaurea Jacea*.

Suivant l'altitude les espèces suivantes des *Brometea* contribuent à caractériser les pelouses : *Bromus erectus*, *Festuca ovina firmula*, *duriuscula* et *glauca*, *Poa compressa*, *Dianthus carthusianorum*, *Sedum mite* et *acre*, *Medicago lupulina*, *Vicia angustifolia*, *Hypericum perforatum*, *Moysotis collina*, *Teucrium chamaedrys*, *Satureia Acinos*, *Asperula cynanchica*, *Galium verum*, etc.

Naturellement, plusieurs facies s'observent aussi. Citons le *Teucrieto-Mesobrometum* subass. à *Ophrys-Globularia elongata* de Zoller (1946 et 1954), avec *Ophrys fuciflora*, *Bupleurum falcatum*, *Teucrium montanum*, *Globularia Wilkommii*, *Carlina vulgaris* et *Chlora perfoliata* comme espèces différentielles (vallée de la Birse et environs, p. ex. Blauen).

En Ajoie, Jenny-Lips (1931) a décrit sommairement deux associations xériques : le *Festucetum glaucae* et le *Mesobrometum rauracicum*. *V. p. Scheereri* ne se rencontre que dans la deuxième, où ne croissent ni *Ophrys*, ni *Globularia*. Par contre, la présence de *Thlaspi perfoliatum*, de *Polygala calcarea* et surtout de *Seseli montanum* permet de rattacher ce groupement au *Mesobrometum seseliotosum* du Jura central français (Pottier-Alapetite, 1943). Aux alentours de Porrentruy, *V. p. Scheereri* occupe des parcelles différant quelque peu par leur végétation. En général notre sous-espèce se tient en bordure du *Brometum* typique, là où la couverture végétale est moins dense et où les hautes graminées sont plus clairsemées. Parfois elle s'évade même de cette association et se retrouve sur d'anciens lieux de passage, dans des friches parfois pâturées, très rarement fauchées. On y rencontre aussi : *Poa annua*, *Trifolium repens*, *Phleum pratense*, *Lolium perenne*, *Achillea millefolium*, *Convolvulus arvensis*, *Echium vulgare*, *Veronica arvensis*, *Chamaedrys* ou *serpyllifolia*, ou encore *Cerastium brachypetalum* et *pumilum*, *Centaurium umbellatum*, *Sherardia arvensis*, *Valerianella olitoria* et *carinata*. Nous avons fait une observation analogue à Gempen, à Diessenhofen et sur le plateau du Russey.

Dans la vallée de La Brévine, *Bromus erectus* disparaît au profit de *Festuca duriuscula*, laquelle est vraiment l'espèce dominante des stations de *V. p. Scheereri*. En plus de quelques mésophiles et d'une trentaine d'espèce du *Bromion* dont les plus notables nous paraissent être *Satureia Acinos* et *Saxifraga tridactylites*, on note l'apparition de plusieurs Gentianes : *verna*, *cruciata*, *campestris* et *lutea*. La prédominance du *G. verna* apparente notre association au *Gentiana verna-Mesobrometum* de divers auteurs. Quelques subalpines : *Thlaspi alpestre*, *Potentilla Crantzii*, *Polygala alpestris* achèvent de caractériser ce groupement.

Au Fort-de-Joux enfin, le *Mesobrometum* redevient plus typique, d'abord par ses Orchidées : *Orchis militaris* et *ustulata*, puis par *Thuidium*

abietinum, *Euphrasia ericetorum*, *Teucrium Chamaedrys*, *Silene nutans*, *Gentiana ciliata*, *Bromus erectus*, *Scabiosa columbaria*. Sa parenté avec le groupement de La Brévine est illustrée par : *Arabis corymbiflora*, *Luzula campestris*, *Orchis latifolia*, *Campanula rotundifolia*, *Polygala amarella*, *Euphrasia Salisburgensis* et naturellement *V. prostrata Scheereri*.

Toutes ces énumérations nous paraissent avoir caractérisé assez bien les aptitudes écologiques de cette sous-espèce tétraploïde, dans le Jura en particulier. Pour qu'une description écologique fût complètement valable, il aurait fallu tirer parti des publications relatives aux étages identiques de l'Allemagne du Sud : de la Souabe et de la Franconie en particulier. Malheureusement la coexistence si proche dans ces ditions de *V. prostrata Scheereri* et de *V. austriaca dentata*, comme leur non-distinction par les phytosociologues, nous ont, pour l'instant du moins, empêché d'entreprendre ce travail. Comme déjà dit, une écologie comparée de *V. spicata* et de *V. prostrata* complétera nos données actuelles.

En résumé, hémicryptophyte à courte période de végétation : 3-4 mois, *V. prostrata Scheereri* est adapté à un climat subatlantique plus ou moins continentalisé. Sa xérothermophilie le pousse à rechercher des sols chauds, bien aérés, perméables (en particulier des rendzines), toujours sur calcaire aux étages moyens et supérieurs (éventuellement basalte) ; sur cailloutis, graviers ou sables fluvio-glaciaires à l'étage inférieur. L'horizon supérieur du sol doit être bien minéralisé et avoir une réaction neutre ou alcaline ; une faible nitrophilie se manifeste parfois. Les stations d'élection sont des pelouses sèches ou mi-sèches, occasionnellement fauchées ou pâturées, sur pentes ou plateaux bien exposés. Toutes les associations dont *V. prostrata Scheereri* fait partie se rattachent aux *Festuco-Brometea* avec prédominance dans le *Xerobromion* ou dans le *Mesobromion* selon l'altitude.

VII. Essai historique sur la propagation des ssp. *Scheereri* et *prostrata*

Nous avons déjà mis en évidence les causes actuelles de l'existence des deux sous-espèces de *V. prostrata* dans leurs aires géographiques. Il est clair qu'une analogie subsiste dans l'écologie de nos plantes.

Les formes biologiques et la période de végétation identiques chez toutes deux nous paraissent être déterminantes. A ce propos, rappelons encore que l'appareil souterrain de nos plantes n'est pas très important : ce n'est pas celui de géophytes capables d'emmagasiner de fortes réserves. La tige souterraine existe ; elle est bien vivace et porteuse de bourgeons, mais elle est mince et assez réduite. Il est donc compréhensible que la poussée de végétation la plus active se produise à un moment

de plus grande humidité et par temps chaud, c'est-à-dire au début de l'été.

Une telle réduction du rhizome n'explique-t-elle pas aussi que *V. prostrata* ne soit pas une plante pionnière et que dans toutes ses localités, elle n'occupe pas les stations les plus xériques ?

Un autre phénomène nous permet d'affirmer que les exigences xérothermiques de nos deux sous-espèces sont très voisines, c'est leur choix du terrain. Tant que les conditions climatiques leur sont le plus favorables et s'avèrent bien continentales, *V. prostrata prostrata* et *V. prostrata Scheereri* sont à peu près indifférentes au substrat pourvu que l'horizon supérieur soit suffisamment minéralisé. Par contre, si la pluviosité devient plus forte, l'une et l'autre se cantonnent sur un sol bien perméable et de ce fait plus chaud (sol dysgéogène de Thurmann). Comme les terrains calcaires ou basaltiques présentent le mieux ces propriétés, *V. prostrata Scheereri* a pu passer pour une véritable calcicole, ce qui n'est pas exactement le cas. Ces observations corroborent les affirmations de Thurmann (1849), relatives aux influences du sol ou du climat sur la dispersion des végétaux, et celles plus récentes de Jovet (1949) et de Mathon (1958), un peu plus nuancées il est vrai.

Avec beaucoup d'autres, Jovet rappelle pourtant à juste titre que l'écologie des plantes ne suffit pas à expliquer leur actuelle répartition ; elle permet seulement de comprendre leur maintien en leurs localités.

Pour nos deux *V. prostrata*, une connaissance précise de leur distribution entraîne la constatation suivante : les deux sous-espèces, si elles occupent grosso modo les aires d'extension possibles, sont très loin de se trouver dans toutes les localités favorables à l'intérieur de ces domaines.

Sauf en quelques régions (Bulgarie, Roumanie pour la ssp. *prostrata*, étage moyen et versant occidental du Jura pour *V. p. Scheereri*), la plante est dispersée, peu fréquente, même rare. A part Diessenhofen, on ne la trouve nulle part sur le Plateau suisse. Le bassin d'Aquitaine forme une assez vaste disjonction entre le Massif central ou le Poitou et les Pyrénées. Frappante aussi est sa rareté en Bavière orientale et méridionale. Pourquoi *V. prostrata prostrata* se confine-t-il surtout à la Basse-Autriche et à la vallée de l'Inn ?

Enfin la grande question inévitable se rapporte à l'existence de deuxs ous-espèces de *V. prostrata* et à leurs aires bien distinctes.

Bien des auteurs ont parlé des espèces pontiques, ont essayé d'élucider leur présence en des localités assez occidentales.

Tout d'abord, considérons comme admis que *V. prostrata prostrata* est avant tout une espèce continentale : sa distribution en Italie révèle qu'elle évite le climat réellement méditerranéen : elle manque dans la région insubrienne, en Ligurie, dans le sud, ainsi qu'en Dalmatie. Son abondance en Roumanie et en Bulgarie par contre, c'est-à-dire dans les régions possédant le climat le plus continental de l'Europe centrale et sa grande dispersion en Russie, comme son extension jusqu'à l'Altaï, justifient cette affirmation. Sa présence dans les vallées xérothermiques des Alpes centrales doit s'expliquer comme celle de la plupart des

pontiques ou subméditerranéennes qu'elle y côtoie. Braun-Blanquet (1917), Guyot (1934), Schmid (1936) et bien d'autres ont été préoccupés par ce problème, et nous n'avons pas la prétention d'apporter des vues bien nouvelles.

Ces travaux et ceux d'autres auteurs : Jovet (1949), Charlesworth (1957), Favre (1923), Becherer (1925), Walter (1954), par exemple, qui ont abordé la question pour d'autres régions ou bien d'une façon plus générale, témoignent de beaucoup d'hésitation encore, et, à l'heure actuelle, l'on n'est pas beaucoup plus avancé qu'en 1907, lorsque Christ se refusait à prendre parti d'une façon absolue dans le débat qui opposait Briquet et R. Chodat au sujet de l'origine des colonies xérothermiques lémaniennes ou valaisannes. Le premier affirmait l'existence de stations relictes, le second soutenait la continuité géographique des garides et autres stations analogues.

Le grand mot de relictes ayant été enfin avancé, nous croyons, avec bien des auteurs, que ce terme correspond à une réalité.

Bien des signes montrent que soit *V. prostrata prostrata*, soit *V. prostrata Scheereri* n'ont pas par elles-mêmes un grand pouvoir d'extension, qu'elles concurrencent fort mal les autres espèces et que, peu à peu, elles se font évincer de stations qui pourraient encore leur être favorables ; exemples : le Valais pour *V. prostrata prostrata*, la région de Diessenhofen et le plateau de Gempen pour *V. prostrata Scheereri*. Nous avons assez parlé de sa fructification irrégulière et de son appareil végétatif peu robuste ; si l'on y ajoute qu'aucun dispositif ne favorise la dispersion de ses semences, on admettra notre point de vue. Une observation de Scheerer (1949), concernant la disparition rapide des nombreux plants de *V. prostrata* cultivés en jardin botanique et qu'il dut laisser à eux-mêmes pendant la guerre, appuie également cette opinion.

Il n'est donc pas dénué de sens de penser que l'extension occidentale de *V. prostrata prostrata* est bien le témoignage d'une époque xérothermique antérieure ayant favorisé la dispersion de nombreuses sarmatiques.

Avant d'essayer de situer cette époque, il nous faut rappeler un fait relatif aux distributions des deux sous-espèces : *V. prostrata Scheereri* est réparti dans une zone entièrement située à l'extérieur de la glaciation würmienne (c'est à peine si elle y pénètre en bordure à Diessenhofen ou dans le Jura méridional). L'aire de *V. prostrata prostrata* est également extérieure à cette dernière glaciation, à l'exception des vallées centrales des Alpes et de deux ou trois localités nordiques : Berlin ou Wilna.

Or plusieurs auteurs, Schmid (1936), Charlesworth (1957) et Becherer (1925) en particulier, tiennent pour assuré que des plantes steppiques occupaient la zone non recouverte de glace en Europe centrale méridionale et même occidentale pendant le Würmien, après s'être avancées vers l'ouest pendant l'interglaciaire Riss-Würm. D'autre part, Markov (1956) rappelle que les siècles glaciaires du quaternaire sont ceux de la plus grande xérophytisation du tapis végétal. Selon lui,

d'authentiques espèces steppiques comme les armoises cohabitaient avec les représentants de la toundra dans la steppe boisée froide périglaciale. Si l'on se souvient que certains théoriciens du quaternaire affirment qu'au Würmien en particulier le refroidissement général ne fut pas aussi intense qu'on l'imaginait autrefois et que les saisons chaudes et froides existaient comme aujourd'hui, il y a d'autant moins de raisons de ne pas admettre la présence de la ssp. *prostrata* dans cette zone steppique périglaciale. Ne supporte-t-elle pas actuellement des hivers très rigoureux à Orlov ?

D'autre part Schmid (1936) et d'autres auteurs estiment que les plantes steppiques des vallées centrales des Alpes ont dû arriver dans ces vallées immédiatement après le retrait des glaces, avant l'établissement des forêts. Leur réintroduction aurait donc eu lieu avant la période boréale chaude ou tout au début de cette période.

Une autre preuve nous paraît résider dans l'existence de colonies nettement steppiques en Europe occidentale, la plus représentative étant les trois associations de l'*Astragalo-Stipion* du Bassin de Mayence, une autre se rencontrant à Fontainebleau. Celle du Mainzersand est extraordinaire par sa profusion de sarmatiques. Une telle abondance, si éloignée des centres d'origine, doit témoigner d'une apparition ancienne, et nombre d'auteurs qualifient cette station de relicte. De là, toute la plaine du Rhin moyen aura pu être recolonisée, et ce fait permet à Becherer (1925) d'affirmer que la flore xérothermique du nord-ouest de la Suisse est d'origine interglaciaire.

Nous partageons cette opinion, qui nous paraît cadrer davantage avec certaines conditions écologiques de plantes telles que nos *V. prostrata*. Pour cette espèce du moins, les affirmations de Naegeli (1920 à 1933), relatives à la colonisation très récente, c'est-à-dire de l'époque actuelle, du Sud bavarois et du nord de la Suisse par les sarmatiques, ne correspondent pas à ses aptitudes biologiques.

Mais où et quand faut-il situer l'apparition de *V. prostrata Scheereri ?* Nous en sommes réduits à émettre une hypothèse qui trouve quelque appui, nous semble-t-il, dans les considérations qui précèdent.

A l'interglaciaire Riss-Würm, grande extension de plantes pontiques, dans les étages moyens du moins ; pendant le Würmien, refroidissement entraînant une régression de ces steppiques plus particulièrement au nord et à l'ouest, régions plus froides et plus humides. Au sud et à l'est, maintien de la steppe périglaciale avec *V. prostrata prostrata :* dans le bassin sec de Mayence, par l'action du refroidissement général peut-être, formation par autoploïdie ou par hybridation interraciale suivie d'un redoublement chromosomique, du *V. prostrata Scheereri*, mieux adapté aux nouvelles conditions météorologiques. Fin du Würmien et période préboréale : extension nouvelle des steppiques, arrivée par les cols des Alpes de la ssp. *prostrata* ayant subsisté en Hongrie et en Italie. Il se peut aussi que la plante ait survécu sur des nunnataks, sur les flancs de ces vallées déjà profondément creusées. A l'ouest par contre, c'est *V. prostrata Scheereri* qui se répand par la vallée du Rhin dans le Jura jusqu'en altitude, à La Brévine par exemple. Seule, en effet, une période

telle que la Boréale permet d'expliquer la présence dans cette vallée si froide et humide des *V. prostrata* et *spicata*, d'*Allium senescens* (nous en avons découvert en 1950 une magnifique colonie), de *Seseli Libanotis*, d'*Asperula Cynanchica*, de *Festuca duriuscula* et *glauca*, de *Dianthus Carthusianorum* et de *Saxifraga tridactylites*.

Le lent retrait des glaciers et les moraines würmiennes durent stopper l'avance du *V. prostrata Scheereri*, et les climats postboréaux n'en permirent plus l'extension au sud-est. La propagation vers l'ouest et vers le sud (bassin parisien et massif central) put par contre s'effectuer comme celle d'autres sarmatiques.

En Allemagne, toujours à partir du bassin de Mayence : colonisation de la Hesse, des vallées du Neckar et du Main, également avant le retour forestier, puis d'une partie de la Souabe et de la Franconie jusqu'au Hegau et à Diessenhofen.

L'extension glaciaire en Bavière du Sud dut supprimer *prostrata* jusqu'à Vienne dans la vallée du Danube. Cette diploïde remonta-t-elle la vallée plus continentale de l'Inn ? Ou bien faut-il pour cette colonisation-là penser à une autre hypothèse ? En effet, ni en herbiers, ni dans la littérature, la plante n'est citée entre Linz et Innsbruck. La Basse-Engadine fut-elle alors plutôt envahie par le sud à partir du col de Resia, et *V. p. prostrata*, avec d'autres sarmatiques, ne descendit-il pas plutôt l'Inn ? De même vint-il de Vienne jusqu'à Linz et fut-il presque complètement stoppé sur la plaine bavaroise ? Ou bien plus simplement, *V. prostrata Scheereri* parvint-il à le supplanter dans la vallée supérieure du Danube ? Questions qui trouveront peut-être un jour leur réponse.

L'occupation de la Bohême, de la Saxe, de la Thuringe par *V. prostrata prostrata* n'offre pas grande difficulté d'explication, puisqu'en Thuringe même, comme nous l'avons déjà signalé, les sarmatiques sont extrêmement abondantes dans les pelouses sèches. La survivance de cette sous-espèce dans les steppes périglaciales de Hongrie ou de Bohême au Würmien paraît aussi la meilleure solution, encore provisoire, il est vrai.

Enfin l'on peut s'interroger sur la présence de *V. prostrata Scheereri* dans les Hautes-Pyrénées. Eh bien ! si l'on sait que dans les vallées voisines du massif de Néouvielle, Chouard (1948) a recensé *Carex humilis*, *Silene nutans*, *Poa bulbosa*, *Medicago minima*, *Peucedanum oreoselinum*, *Prunella alba*, *Bromus erectus*, *Geranium sanguineum*, *Satureia Acinos*, *Orchis militaris*, *Ranunculus bulbosus*, *Scabiosa columbaria*, *Veronica Teucrium* et *spicata*, toutes espèces médio-européennes, subpontiques, voire sibériennes, on peut admettre que le quasi subatlantique *V. prostrata Scheereri* n'a pas eu de peine à s'y rendre !

L'hypothèse développée ci-dessus tient compte du plus grand nombre de faits apparents. Mais nous ne nous celons point tout ce que notre raisonnement a de conjectural. Du moins ne s'écarte-t-il pas notablement de la plupart des idées émises par des auteurs bien mieux qualifiés que nous.

Certes, étant donné la relative jeunesse de *V. prostrata Scheereri*, dont nous avons parlé à plusieurs reprises, on pourrait s'étonner que nous fixions son apparition pendant le Würmien déjà. Cela n'empêche pas de le considérer comme plus récent que son parent *V. prostrata prostrata*.

Un courant d'idées actuel rappelle, à juste titre, que la dispersion des plantes est due, pour une forte proportion d'entre elles, à l'influence humaine. BOUVIER (1946) cite de nombreuses espèces à l'extension récente et vaste, comme *Veronica filiformis*. Cet auteur mentionne des végétaux transportés lors des Croisades ou ayant suivi les légions romaines. Un essai du même genre pourrait être tenté pour les sarmatiques, en pensant aux grandes invasions des IV[e] et V[e] siècles. Qu'apportèrent avec eux les Vandales ou les Huns ? Les troupes franques de Charlemagne, qui guerroyèrent en tant d'endroits, durent aussi contribuer à répandre quelques végétaux. Auraient-elles fait franchir les Pyrénées à *V. prostrata Scheereri* ? La dendrochronologie nous révélera-t-elle qu'un demi-siècle chaud et sec favorisa les entreprises guerrières de cet empereur et les migrations végétales par surcroît ?

Toutefois, sans nier l'importance du facteur humain, nous ne le croyons pas déterminant pour la diffusion des deux sous-espèces de *V. prostrata*. Nous avons déjà exprimé nos raisons, d'ordre avant tout biologique. Même *V. prostrata Scheereri* occupe à notre avis des stations relictes et doit avoir pris place en beaucoup de ses localités avant les grandes extensions forestières des époques postglaciaires plus humides. Si, quelquefois, l'une et l'autre sous-espèce de *V. prostrata* paraît rechercher des sols plus azotés, toutes deux occupent le plus souvent des stations bien naturelles et disparaissent lorsque l'activité agricole s'intensifie.

Jusqu'à mieux informé, nous nous en tenons à l'explication que nous avons développée, tout en la sachant, selon les propres termes de TEILHARD DE CHARDIN, approximative et provisoire [1].

Pour préciser enfin une notion plus actuelle, revenons aux domaines phytogéographiques de nos deux sous-espèces. Le qualificatif de *continentale* ou de pontique convient tout à fait à *V. prostrata prostrata*. On ne peut plus l'appliquer à *V. prostrata Scheereri*. Nous avons déjà rangé celle-ci dans les *subatlantiques*, en raison de sa distribution : France, à l'exception d'une bande océanique, Allemagne sud-occidentale, très faible présence en Suisse du Nord-Ouest, en Belgique méridionale, éventuellement en Hollande. C'est d'ailleurs bien dans la région désignée comme subatlantique par OBERDORFER (1949) que se situe le centre présumé de dispersion de notre sous-espèce.

VIII. *V. prostrata Scheereri, V. austriaca dentata* et *V. Teucrium*

Dans la première partie, nous avons relaté avec quelque détail les hésitations des floristes et des phytosociologues au sujet de ces taxa.

Entre *V. prostrata Scheereri* et *V. austriaca dentata*, les ressemblances ont été signalées : couleur des corolles et forme générale des feuilles.

[1] Cf. citation introductive.

Toutefois, une distinction assez nette s'établit quant à la phénologie (*V. prostrata* devance *V. austriaca dentata* de deux semaines au moins) et sur les points suivants résumés en tableau :

Organes	*V. p. Scheereri*	*V. a. dentata*
Tiges	couchées	dressées
Taille de la plante	5 à 20 cm	15 à 50 cm
Feuilles (longueur)	5 à 35 mm	15 à 75 mm
Corolles (diamètre)	7 à 14 mm	8 à 18 mm
Calices	glabres	hirsutes ou velus
grands *sépales* (longueur moyenne)	3 mm	4-5 mm
Capsules (largeur moyenne)	3,5 mm	4,5 mm
Capsules (aspect)	toujours glabres	ciliées, rarement glabres
Graines longueur moyenne	1,3 mm	1,6 mm

Les nombres de ce tableau témoignent de différences très notables, auxquelles nous joindrons encore celle des nombres chromosomiques qui sont de N = 16, 2 N = 32 pour *V. prostrata Scheereri* et de N = 24 ou 32, 2 N = 48 ou 64 pour *V. austriaca dentata*. En effet, les *V. austriaca dentata* de La Brévine (cf. Brandt, 1952) et du Kaiserstuhl, dont nous avons effectué l'étude cytologique, ont comme *V. Teucrium* 2 N = 64 ou N = 32.

Ce point avait incité Scheerer à mettre en doute l'exactitude de la détermination pour les exemplaires de La Brévine, mais après avoir reçu de nous plusieurs exsiccata de tailles diverses, cet auteur a reconnu que *V. austriaca dentata* est bien présent en Suisse dans cette vallée. Les plantes que nous avons ramenées du Kaiserstuhl et récoltées dans un *Xerobrometum* de Vogtsburg, sont morphologiquement et cytologiquement très apparentées à nos exemplaires bréviniens. Ces deux formes chromosomiques de *V. austriaca dentata* s'accompagnent d'une assez forte variabilité. La distinction entre *V. austriaca dentata* et *V. Teucrium* n'en est point facilitée. La lecture du travail de Watzl, ainsi que des examens en herbiers, nous incitent à penser que le véritable *V. austriaca dentata* pourrait n'être que la seule forme à 24 chromosomes ; sa répartition géographique reste à préciser, mais il se pourrait fort que la plante n'allât pas plus à l'ouest que la Bavière méridionale.

Un point de contact de nos *Austriacae* se situe aux environs de Nördlingen ; là, en des localités voisines, se rencontrent d'authentiques *V. austriaca dentata* et de non moins authentiques *V. prostrata Scheereri*. Selon nos observations en herbiers, un ou deux exemplaires de la sous-espèce *prostrata* auraient aussi été trouvés dans cette région.

De toute façon, la dénomination *V. austriaca dentata* ne saurait s'appliquer à la petite véronique à fleurs bleues des pelouses xériques des Jura suisse et français, à fortiori à celles du nord et du centre de la France.

La question est plus délicate en Allemagne du Sud, puisque *V. austriaca dentata* et *V. prostrata Scheereri* s'y rencontrent l'un et l'autre.

Toutefois : pour Diessenhofen, le Hegau et la vallée supérieure du Danube très voisine, nous avons pu trancher la question en faveur de *V. prostrata Scheereri*, tous nos examens cytologiques concordant avec nos observations morphologiques. Seules des observations méthodiques de toutes les localités indiquées pour l'une et l'autre plantes, appuyées par des comptages chromosomiques, pourront permettre de délimiter les deux distributions. C'est alors qu'il sera temps de s'occuper des nombreux travaux phytosociologiques de l'Allemagne du Sud, ainsi que des études sur l'histoire de sa végétation, pour attribuer à chaque espèce la part qui lui revient.

Enfin, *V. prostrata Scheereri* et *V. Teucrium* se différencient surtout par la date de floraison (un mois d'intervalle environ), par la forme des feuilles, par le port, enfin par le calice : celui-ci est presque tomenteux chez le *V. Teucrium* ssp. *Orsiniana* ; aussi l'on ne peut hésiter, même en présence d'exemplaires de petite taille, fréquents chez cette sous-espèce-ci.

IX. Conclusion générale et diagnoses des sous-espèces *prostrata* et *Scheereri*

Si le présent travail met en évidence des critères de discrimination cytologiques, morphologiques et chorologiques bien établis, pour les sous-espèces de *V. prostrata*, il tend aussi à souligner qu'il existe d'étroites relations entre ces taxa. Rappelons les principaux aspects de cette parenté : l'allure générale des plantes, leur pot couché, leur petite taille, la forme générale et la petitesse de leurs feuilles, la glabréité de leurs calices, leur époque de floraison précoce, leur courte période de végétation, une écologie assez analogue enfin.

Que faire alors de ces taxa ? Valait-il la peine de les nommer, de les élever au rang d'unité spécifique ou d'en faire, comme nous l'avons décidé, des sous-espèces ?

Or, Favarger (1956), dans sa belle étude sur les « Races chromosomiques », rappelle à plusieurs reprises le cas de *V. prostrata* et, en particulier, souhaite que les « races » diploïdes et tétraploïdes soient

baptisées et prennent rang pour les taxinomistes. Mais cet auteur ajoute ceci : « Il serait fâcheux de créer deux espèces à l'intérieur de *Veronica prostrata* (N = 8 et N = 16) alors que cette espèce est considérée par divers floristes comme une sous-espèce de *V. Teucrium.* »

Nous étant rallié tout à fait à ce point de vue, nous pouvons achever notre travail en donnant les diagnoses suivantes :

Veronica prostrata L. ssp. *prostrata.*

Caules plures, plerumque numerosissimi. Folia brevissimis pilis obsita, ovato-oblonga vel lanceolata, obtusiuscula, plerumque tenuiter dentata. Racemi multiflori, juveniles pyramidati. Corolla parva (4-11 mm), *pallide* coerulea, raro rosa vel alba. Petala saepe acutiuscula. Calyx glaber, raro margine vix ciliatus, laciniis angustis acutisque. Capsula glabra, 2-4 mm lata. Semina 1 mm longa.

Numerus chromosomatum N = 8.

In steppis vel graminibus siccis Europae centralis et orientalis habitat.

Veronica prostrata L. ssp. *Scheereri* nob.

Caules non multi. Folia glabrescentia, oblonga-lanceolata vel linearia, integra vel inaequaliter dentata. Racemi pauciflori, juveniles subovati. Corolla *dense* coerulea, paulo majores (7-14 mm). Petala lata, plus minusve obtusa. Calyx semper glaber, divisionibus latioribus. Capsula glabra, 2,5-4,5 mm lata. Semina 1,3 mm longa.

Numerus chromosomatum N = 16.

In graminibus siccis, declivitatibus et collibus apricis Europae occidentalis habitat.

Typus in herbario neocomensi.

X. Résumé général

Dans la section *Pseudochamaedrys* du genre *Veronica*, un groupe restreint peut être isolé sous le nom d'*Austriacae* sensu stricto. On l'a aussi nommé : Pentasépales, ou encore espèce collective *Veronica Teucrium* L. ou *Veronica latifolia* L. [1]

Il s'agit des trois espèces *V. Teucrium* L., *V. austriaca* L. et *V. prostrata* L., lesquelles présentent une forte similitude morphologique, en particulier par l'inflorescence et par des calices à 5 divisions. Ces grandes espèces ont pu être subdivisées en plusieurs taxa élémentaires souvent confondus entre eux dans les flores ou dans les herbiers. Deux d'entre eux, *V. austriaca* L. ssp. *dentata* (Schm.) Watzl, et une forme de *V. prostrata*, ont particulièrement intrigué les auteurs et provoqué maintes hésitations ou erreurs.

[1] Malgré la longue discussion de Kerner (1874), qui ne présente aucun argument positif, il nous paraît certain que l'application du terme *V. latifolia* L. à *V. urticifolia* Jacq. ne repose sur aucune base sûre. L'herbier de Linné ne contient aucun exsiccatum correspondant. Aussi, avec Stroh (1941), nous rattachons *V. latifolia* L. à *V. Teucrium* L.

Complétant un travail de SCHEERER (1937), la présente étude précise la taxinomie de *V. prostrata* L. Elle démontre l'existence de deux sous-espèces bien distinctes :

a) *V. prostrata* L. ssp. *prostrata*, de nombre chromosomique N = 8, à fleurs d'un bleu lilacé très pâle, d'origine pontique, répartie surtout dans les régions sèches de l'Europe orientale et moyenne, en Italie centrale et septentrionale et dans les vallées sèches et chaudes des Alpes.

b) *V. prostrata* L. ssp. *Scheereri* nob., de nombre chromosomique N = 16, à fleurs d'un bleu foncé, et répartie uniquement en Europe occidentale.

Des descriptions morphologiques et des tableaux quantitatifs signalent plusieurs autres différences significatives, souvent en rapport avec le degré de polyploïdie : grandeur des fleurs, des capsules, des graines, du pollen, des stomates en particulier. Des diagrammes cumulatifs nouveaux groupent ces données et représentent chaque sous-espèce de façon caractéristique.

Des expériences de croisements témoignent que ces deux taxa ne s'hybrident pas entre eux.

Des diagnoses précisent les distinctions essentielles, lesquelles justifient la création des sous-espèces.

Toutefois, l'espèce *V. prostrata* est maintenue en raison de caractères morphologiques communs (habitus, taille, forme des feuilles, glabréité des calices et des capsules), de similitudes biologiques (type biologique, période de végétation et époque de floraison identiques), ou enfin d'une analogie écologique (présence des deux sous-espèces dans des associations de la classe des *Festuco-Brometea*).

En plus de ces ressemblances, la contiguïté de distributions géographiques, pourtant bien distinctes, et les rapports volumétriques de certaines cellules identiques à celui des nombres chromosomiques plaident en faveur d'une parenté directe et d'une différenciation relativement récente de ces deux taxa.

Une méthode d'identification des deux sous-espèces sur des exsiccata d'herbiers est décrite. Elle se base sur la grandeur des cellules du tube de la corolle, grandeur différant régulièrement d'une sous-espèce à l'autre. Mise en pratique, cette méthode a permis, avec les résultats obtenus par la cytologie (exposés eux aussi), d'établir des cartes assez précises de la répartition des sous-espèces *prostrata* et *Scheereri*.

Des observations et des relevés personnels, comparés avec les travaux de plusieurs phytosociologues, ont permis de préciser l'écologie des deux sous-espèces. Toutes deux sont xérothermiques, mais *V. prostrata prostrata* présente des affinités continentales beaucoup plus accusées. Les stations d'élection sont, pour chacune, des pelouses sèches qu'on peut rattacher surtout au *Festucion vallesiacae* et au *Xerobromion* pour *V. prostrata prostrata*, au *Xerobromion* et au *Mesobromion* pour *V. prostrata Scheereri*. Cette dernière sous-espèce est une calcicole par exigence thermique. Elle se montre aussi plus nettement basiphile.

Une discussion, basée sur des considérations biologiques, écologiques et chorologiques, tente de localiser, dans le temps et dans l'espace, l'origine du *V. prostrata Scheereri*, puis de faire l'historique de la propagation des deux sous-espèces, afin d'expliquer provisoirement leurs distributions actuelles.

Un chapitre met encore en évidence les caractères distinctifs de *V. prostrata Scheereri* et de *V. austriaca dentata*, les principaux étant : *a)* un port couché chez le premier, érigé chez le second ; *b)* une taille générale et une longueur de feuilles plus grandes chez *V. austriaca dentata* ; *c)* des calices glabres chez *V. prostrata*, hirsutes à velus chez *V. austriaca dentata* ; *d)* des nombres chromosomiques différents.

Le calice presque tomenteux de *V. Teucrium* ssp. *Orsiniana* permet aussi de bien distinguer cette sous-espèce, de taille souvent très petite, du *V. prostrata* sensu lato.

Pour la région de Diessenhofen, les recherches sur le terrain et dans les herbiers ont révélé la présence de *V. prostrata Scheereri* seulement. Cette localité ne peut donc plus être indiquée pour *V. austriaca dentata*.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, die Untersuchungen von *Watzl* (1910) und von *Scheerer* (1937) über die *Austriacae* (oder *Pentasepala*) *sensu stricte*-Gruppe, die die Arten *Veronica Teucrium* L., *Veronica austriaca* L. und *Veronica prostrata* L. umfasst, zu vervollständigen.

Zytologische, morphologische, biometrische, phytogeographische und ökologische Beobachtungen haben, durch Kreuzungsversuche ergänzt, den Verfasser dazu geführt, *V. prostrata* L. in zwei Unterarten zu unterteilen :

a) *V. prostrata* L. ssp. *prostrata*, mit N = 8 Chromosomen, mit kleinen blassblauen Blüten, mit kontinentaler geographischer Verteilung : Zentral- und Osteuropa ;

b) *V. prostrata* L. ssp. *Scheereri* nob., mit der Chromosomenzahl N = 16, mit grösseren und dunkelblauen Blüten, im subatlantischen Gebiet von Westeuropa verbreitet.

Beschreibungen, welche in Diagnosen, Tabellen und Diagrammen zuzammengefasst sind, präzisieren die Differentialmerkmale dieser Unterarten.

Es wird eine Methode zur Identifizierung der Exsikkata beschrieben. Sie hat zusammen mit Chromosomenauszählungen erlaubt, Verteilungskarten der neuen Taxa zu verfertigen. Der Ursprung der ssp. *Scheereri*, seine Ausbreitung sowie diejenige der ssp. *prostrata* werden erörtert.

In einer letzten Klarstellung werden *V. prostrata* ssp. *Scheereri* und *V. austriaca* ssp. *dentata* deutlich unterschieden, womit eine immer häufiger gewordene Verwechslung behoben wird.

Summary

This paper aims to complete the studies of Watzl (1910) and Scheerer (1937) on the *Austriaca* (or *Pentasepala*) group *sensu stricto* comprising the species *Veronica Teucrium* L., *V. austriaca* L. and *V. prostrata* L.

Evidence from cytology, morphology, biometry, phytogeography and ecology completed by attemps at hybridization have lead the author to split up *V. prostrata* into two subspecies : a) *V. prostrata* L. ssp. *prostrata* with N = 8 chromosomes, flowers small, pale blue, geographical distribution continental : Central and Eastern Europe ; b) *V. prostrata* L. ssp. *Scheereri* nob. with N = 16 chromosomes, flowers larger, dark blue, distributed in the sub-atlantic area of Western Europe.

Descriptions, summarized as diagnoses, tables and diagrams specify the differential characters of theses subspecies.

A method for identifying herbarium material is described. Together with chromosome-counts, it has enabled the author to draw up distribution maps of the new taxa. The origin and spread of the subspecies *Scheereri*, and the spread of the subspecies *prostrata* are discussed.

A final revision makes it possible to distinguish clearly *V. prostrata* ssp. *Scheereri* from *V. austriaca* ssp. *dentata* thus clearing up the cause of a frequent confusion.

BIBLIOGRAPHIE

Allorge. P. — (1921-1922). Les associations végétales du Vexin français. *Rev. Gén. de Bot.* 33 : 481-543, 589-652, 708-751, 792-810 ; 34 : 71-79, 134-144, 178-191, 251-256, 311-319, 376-383, 425-431, 471-480, 519-528, 563-576, 612-637, 676-701.

Amann. J. — (1899). Neue Beobachtungsmedien. *Ztschr. f. wiss. Mikr.* 16 : 38.

Babey, Ph. — (1846). Flore jurassienne. T. 3, 501 p., *Paris.*

Bauhin. J. — (1651). Historia plantarum universalis nova et absolutissima, cum consensu et dissensu circa eas. T. 3, 866 p., *Yverdon.*

Becherer. A. — (1925). Beiträge zur Pflanzengeographie der Nordschweiz, mit besonderer Berücksichtigung der oberrheinischen Floreneinstrahlungen. 107 p., *Colmar.*

Bentham. G., *in* de Candolle, A. P. — (1846). Prodromus systematis regni vegetabilis. T. 10, 679 p., *Paris.*

Bouvier, R. — (1946). Les migrations végétales. 309 p., *Paris.*

Brandt. J.-P. — (1952). Contribution à la cytologie du genre *Veronica. Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 75 : 179-188, 7 fig., 1 pl.

— (1953). Nouvelle contribution à la cytologie du genre *Veronica. Ibid.* 76 : 111-119, 6 fig., 1 graph.

Braun-Blanquet. J. — (1916). Die Föhrenregion der Zentralalpentäler, insbesondere Graubündens, in ihrer Bedeutung für die Florengeschichte. *Verhandl. der Schweizer. Naturf. Ges., 98. Jahresversammlung*, 2. Teil : 59-86.

— (1917). Die xerothermen Pflanzenkolonien der Föhrenregion Graubündens. *Vierteljahrschr. d. Naturf. Ges. Zürich* 62 : 275-285, 1 carte.

— (1918). Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark. *Beitr. zur geobotan. Landesaufnahme* 4 : 1-80, 1 carte.

— (1931). Pflanzensoziologisch-pflanzengeographische Studien in Südwestdeutschland. *Beitr. z. Naturdenkmalpflege* 14 (3) : 230-242, 281-292.

— (1936). Über die Trockenrasengesellschaften des *Festucion-vallesiacae* in den Ostalpen. Festbd. Ed. Rübel. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 46 : 169-189.

— (1948-1949). Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens. *Vegetatio* 1 (1-5) : 29-41, 129-146, 285-316 ; 2 (1-5) : 20-37, 214-237, 341-360.

Braun-Blanquet, J. et Moor, M. — (1938). Prodromus der Pflanzengesellschaften, Fasc. 5, Verband des Bromion-Erecti. 64 p., *Montpellier.*

Braun-Blanquet, J. et Rübel, E. — (1932). Flora von Graubünden. *Veröff. d. geobot. Inst. Rübel* 7 : 1-1695.

Brunner, F. — (1882). Verzeichnis der wildwachsenden Phanerogamen und Gefässkryptogamen des thurgauischen Bezirkes Diessenhofen, des Randen und des Höhgaus. *Mitt. thurg. Naturf. Ges.* 5 : 11-61.

Brunner, H. — (1915). Beiträge zur Kenntnis der Flora des Bezirks Diessenhofen und seiner Umgebung. *Mitt. thurg. Naturf. Ges.* 21 : 201-209.

Carles, J. — (1947). L'étage du Pin sylvestre. *Rev. scientifique* 85 (2) : 73-81.

— (1948). Géographie botanique. Etude de la végétation. 126 p., 6 fig., *Paris.*

Charlesworth, J. K. — (1957). The quarternary Era, with special reference to its glaciation. 2 vol., 1700 p., 326 fig., *London.*

Chouard, P. — (1949). Eléments géobotaniques constituant la flore du massif de Néouvielle et des vallées qui l'encadrent. (76e sess. extraord. Soc. bot. de France, 1948, Pyrénées centrales). *Bull. Soc. bot. de France* 96 : 84-121.

Christ, H. — (1907). La flore de la Suisse et ses origines. Nouvelle édition augmentée d'un aperçu des récents travaux géobotaniques concernant la Suisse. XIV, 572 + 119 p., 5 cartes + 5 h. t., *Bâle, Genève* et *Lyon.*

Closuit, R. — (1954). Contribution à l'étude de la flore valaisanne. *Bull. de la Murithienne* 71 : 17-29.

Contejean, Ch. — (1854). Enumération des plantes vasculaires des environs de Montbéliard. 247 p., 1 carte., *Besançon.*

Drude, O. — (1902). Der hercynische Florenbezirk. « Die Vegetation der Erde », Bd. 6, XIX + 671 p., 5 pl., 16 fig., 1 carte col., *Leipzig.*

Dussart, B. — (1958). Les Copépodes et la notion d'espèce dans le monde aquatique. L'utilisation des mathématiques en systématique. *In* « L'Espèce ». *Cah. d'Et. biol.* 5 : 29-36.

Favarger, C. — (1956). A propos des « races chromosomiques ». *Archiv. d. Jul. Klaus-Stiftung* 31 (3/4) : 277-285.

Favre, J. — (1924). La flore du cirque de Moron et des hautes côtes du Doubs. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 49 : 3-130, 5 fig.

Furrer, E. — (1914). Vegetationstudien in Bormiesischen. *Vierteljahrschr. Naturf. Ges. Zürich* 59 : 1-78, 6 fig.

— (1923). Kleine Pflanzengeographie der Schweiz. 1. Aufg. 331 p., 76 fig., *Zürich.*

— (1951 et 1952). Trois relevés phytosociologiques (de *Brometum erecti)* dans la région de Bormio (non publiés).

GODET, Ch.-H. — (1853). Flore du Jura. 872 p., *Neuchâtel.*

GRENIER, Ch. — (1865-1875). Flore de la chaîne jurassique. 1001 p., *Paris.*

GUINOCHET, M. — (1932). Remarques sur les pelouses xérophiles de la côtière méridionale de la Dombes et de la plaine de l'Est lyonnais. *Bull. Soc. bot. France* 79 : 321-335.

GUYOT, H. — (1934-1935). Phytogéographie comparée du Valais et de la vallée d'Aoste. *Bull. de la Murithienne* 52 : 16-35.

HAGENE, Ph. — (1931). Recherches écologiques sur quelques groupements végétaux des environs de Dijon. *Rev. gén. de Bot.* 43 : 193-345, 285-331, 362-400, 424-463, 492-516.

HUBER, A. — (1927). Beiträge zur Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen in der Gattung *Veronica.* I. Die Kernuntersuchungen in der Gattung *Veronica. Jahrb. wiss. Bot.* 66 : 359-380.

IABLOKOFF, A.-Kh. — (1953). Un carrefour biogéographique, le Massif de Fontainebleau. Ecologie des réserves. 98 p., 35 fig., 12 pl., 16 graph., *Paris.*

IMCHENETZKY, A. — (1926). Les associations végétales de la partie supérieure de la vallée de la Loue. 126 p., *Besançon.*

ISSLER, E. — (1926, 1927-1928). Les associations végétales des Vosges méridionales et de la plaine rhénane avoisinante. 2e part. : Les garides et les landes. *Bull. Soc. d'Hist. nat. Colmar* 20 : 1-62 ; 21 : 47-167, 319-430.

— (1932). Plantes peu communes ou nouvelles pour la flore d'Alsace. *Ibid.*, 23 : 23-42.

— (1951). Trockenrasen- und Trockenwaldgesellschaften der oberelsässischen Niederterrasse und ihre Beziehungen zu denjenigen der Kalkhügel und Silikatberge des Osthanges der Vogesen. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 61 : 664-699, 16 fig.

JENNY-LIPS, H. — (1931). Die Halbtrockenrasen des Elsgaus. *Actes Soc. helv. Sc. nat.* 112e sess. : 333-334.

JOVET, P. — (1949). Le Valois. Phytosociologie et phytogéographie. 389 p., 66 fig., 28 cartes, 79 tabl., *Paris.*

KERNER, A. — (1873, 1874). Die Vegetations-Verhältnisse des mittleren und östlichen Ungarns und angrenzenden Siebenbürgens. *Oesterr. Bot. Zeitschr.* 23 : 367 ; 24 : 18.

KIELHAUSER, G. — (1954). Die Trockenrasengesellschaften des Stipetopoion xerophilae in Oberen Tiroler Inntal. Festschr. E. Aichinger, Bd. 1 : 646-666, 6 fig. Sonderfolge der Schriftenreihe « Angewandte Pflanzensoziologie ». *Wien.*

KLIKA, J. — (1931, 1933). Studien über die xerotherme Vegetation Mitteleuropas. I. Die Polauer Berge im südlichen Mähren. II. Xerotherme Gesellschaften in Böhmen. *Beih. Bot. Centralbl., II. Abt.*, 47 : 343-398 ; 50 : 707-773.

— (1939). Die Gesellschaften des Festucion Vallesiacae-Verbands in Mitteleuropa. *Studia Botanica Čechica* 2 : 117-157.

Koch, G. D. J. — (1836). Synopsis florae germanicae et helveticae. Ed. 1. 1102 p., *Francfort-sur-le-Main.*

Kummer, G. — (1937-1946). Die Flora des Kantons Schaffhausen mit Berücksichtigung der Grenzgebiete. 7 part., 936 p., 56 pl., 2 cartes, *Schaffhausen.*

Kusnezow, N. — (1897). Über den Polymorphismus der *Veronica Teucrium* (L.) Wallr. *Bull. Acad. Sc. St-Petersbourg* Sér. V, 6 (2).

Larsen, K. — (1954). Chromosome Numbers of some European Flowering Plants. *Botanisk Tidsskrift* 50 (2) : 163-174.

Lehmann, E. — (1941). Polyploidie und geographische Verbreitung der Arten der Gattung *Veronica. Jahrb. wiss. Bot.* 89 : 461-542, 13 fig.

Lehmann, E. und Schmitz-Lohner, M. — (1954). Entwicklung und Polyploidie in der *Veronica-* Gruppe-*Agrestis. Zeitschr. indukt. Abstamm.- u. Vererbungslehre* 86 : 1-34, 18 fig.

Linné, C. — (1762, 1764). Species plantarum. Ed. II et III. *Vindobonae.*

Litardiere, R. de. — (1928). Etudes sociologiques sur les pelouses xérophiles calcaires du domaine atlantique français. *Arch. de Bot.* 2 (2) : 1-48.

Magnin, A. — (1883). Statistique botanique du département de l'Ain. Première partie : Précis d'une géographie botanique du département. IV + 68 p., *Bourg.*

— (1900-1905). *Archives de la Flore jurassienne.* N°s 3, 4, 5, 6, 28, 33, 34, 35, 36, 37, 53, 54, 58.

Magnin, A. et Hetier, F. — (1894-1897). Observations sur la Flore du Jura et du Lyonnais. I. Annotations et additions aux flores du Jura et du Lyonnais. 282 p., *Besançon.*

Markov, K. K. — (1956). Origine des paysages géographiques contemporains. In « Essais de géographie, recueil d'articles pour le XVIIIe congrès internat. de géographie. » pp. 42-53, 6 fig. dont 2 cartes h.-t., *Moscou-Léningrad.*

Mathon, C.-C. — (1958). La vie des plantes. Ecologie végétale. 127 p., 13 fig., *Paris.*

Michalet, E. — (1864). Histoire naturelle du Jura et des départements voisins, t. 2, Botanique. Revue et achevée par M. Grenier. 400 p., *Paris, Lons-le-Saulnier.*

Naegeli, O. — (1920). Die pflanzengeographischen Beziehungen der süddeutschen Flora besonders ihrer Alpenpflanzen zur Schweiz. *14. Ber. d. Zürch. Bot. Ges.* : 19-59, 1 pl.

— (1922). Zur Flora von Diessenhofen. *Mitt. Thurg. Naturf. Ges.* 24 : 107-128.

— (1924). Die pflanzengeographische Bedeutung der Neuerscheinungen in der thurgauischen Flora. *Ibid.* 25 : 164-182.

— (1925). Über die Ausstrahlungen der pontischen (sarmatischen) Florenelemente in der Nordostschweiz. Festschr. C. Schröter. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel* 3 : 553-567, 1 carte h.-t.

— (1933). Das Bodenseegebiet als Ausstrahlung wärmeliebende Pflanzen. *Mitt. Thurg. Naturf. Ges.* 29 : 66-95.

Oberdorfer, E. — (1949). Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Südwestdeutschland und die angrenzenden Gebiete. 411 p., 42 fig., *Stuttgart.*

— (1957). Süddeutsche Pflanzengesellschaften. *Pflanzensoziologie* 10, 564 p., 16 fig.

Perrier de la Bathie, Baron E. — (1912). Plantes des colonies xérothermiques et thermosilvatiques de la vallée supérieure de l'Isère. *Bull. Soc. Bot. Genève (2e s.)* 4 : 224-227.

Pólya, L. — (1949). Magyarorszagi Novenyfajok Kromoszoma-Szamai. (Chromosome Numbers of some Hungarian Plants). *Acta geobotanica Hungarica* 6 : 124-137, 45 fig.

Pottier-Alapetite, G. — (1943). Recherches phytosiociologiques et historiques sur la végétation du Jura central et sur les origines de la flore jurassienne. 339 p., 67 fig.. *Tunis.*

— (1947). Sur une espèce méconnue de notre Jura : *Veronica austriaca* L. ssp. *dentata* (Schmidt) Watzl. *Bull. Soc. Bot. de France* 94 : 219-221, 2 fig.

Quantin, A. — (1946). Etudes phytosociologiques en Bourgogne méridionale. *Bull. Soc. Bot. de France* 93 : 227-230.

— (1949). Les sols de la Franche-Comté et de la chaîne jurassienne. *Bull. Soc. Hist. nat. du Doubs* 53 : 33-38.

Rebholz, E. — (1931). Von Fridingen nach Beuron. In « Pflanzensoziologisch-pflanzengeographische Studien in Südwestdeutschland ». *Beitr. zur Naturdenkmalpflege* 14 (3) : 221-229.

Riek, R. — (1935). Systematische und pflanzengeographische Untersuchungen in der *Veronica*-Sektion *Chamaedrys* Griseb. *Feddes Repert. spec. nov. reg. veget.* 79 : 1-68, 16 pl.

Römpp, H. — (1928). Die Verwandtschaftsverhältnisse in der Gattung *Veronica. Feddes Repert. spec. nov. reg. veget.* 50 : 1-172.

Sax, H. J. — (1938). The relation between Stomata counts and chromosome numbers. *Journ. Arnold Arboretum* 19 : 437-441.

Scheerer, H. — (1937). Experimentelle und zytologische Untersuchungen innerhalb der *Veronica*-Gruppe *Pentasepala. Flora* 131 : 287-323, 20 fig.

— (1949). Zur Polyploidie und Genetik der *Veronica*-Gruppe *Pentasepala. Planta* 37 : 293-298.

Schmid, E. — (1936). Die Reliktföhrenwälder der Alpen. *Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz* 21 : 1-190, 6 pl. et 2 cartes h.-t.

Schwanitz, F. — (1952). Einige kritische Bemerkungen zur Methode der Bestimmung der Polyploidie durch Messung der Pollen- und Spaltöffnungsgrösse. *Züchter* 22 : 273-275.

Simonet, M. — (1934). Contribution à l'étude caryologique des *Veronica. C. R. Séances Soc. biol.* 117 : 1153-1156, 9 fig.

Sleumer, H. — (1933). Die Pflanzenwelt des Kaiserstuhls. In « Der Kaiserstuhl, eine Naturgeschichte des Vulkangebirges am Oberrhein ». *Freiburg-in-Brisgau.*

SPINNER, H. — (1945). L'espèce collective *Veronica Teucrium* L. dans le Jura neuchâtelois. Festg. A. Ernst. *Arch. Julius Klaus-Stift.* Ergänzungsbd. zu Bd. 20 : 547-554, 5 fig.

— (1945). La phyllométrie de l'espèce collective *Veronica Teucrium* L. *Verhandl. Naturf. Ges. Basel* 56 : 179-186, 3 fig.

STROH, G. — (1941). Die Gattung *Veronica. Beih. Bot. Centralbl.* 61 : 384-451.

THURMANN, J. — (1849). Essai de phytostatique appliquée à la chaîne du Jura et aux contrées voisines. T. 1 et 2, 444 + 373 p., 7 pl., *Berne.*

WALTER, H. — (1943). Die Vegetation Osteuropas. 2. Aufl. 180 p., 8 pl., 19 fig., 1 carte, *Berlin.*

— (1954). Einführung in die Phytologie. III, Grundlagen der Pflanzenverbreitung. II. Teil : Arealkunde (floristisch-historische Geobotanik). 245 p., 216 fig., *Stuttgart.*

WATZL, B. — (1910). *Veronica prostrata* L., *Teucrium* L. und *Austriaca* L. *Abh. d. k. k. zool.-botan. Ges. Wien* 5 (5) : 1-94, 14 pl., 1 fig.

WEGELIN, H. — (1943). Die Flora des Kantons Thurgau (multigraphié). *Frauenfeld.*

WENDELBERGER, G. — (1954). Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raums. Festschr. E. Aichinger, Bd. 1 : 573-634, *Wien.*

WETTSTEIN, R. von. — (1895). *Scrophulariaceae. In* « Die natürlichen Pflanzenfamilien » von A. ENGLER und K. PRANTL. IV. Teil, 3. Abt. b : 39-107, 243 fig., *Leipzig.*

— (1898). Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzensystematik. 64 p., 4 fig., 7 cartes, *Jena.*

WULFF, E. — (1909). Über Pollensterilität bei *Potentilla. Österr. Bot. Zeitschr.* 59 : 384, 415.

— (1915). Krymsko-kavkazkie vidy r. *Veronica* i znatchenie ikh dlia istorii flory Kavkaza. (Les espèces taurico-caucasiques du genre *Veronica* et leur signification pour l'histoire de la flore du Caucase.) (En russe.) *Troud. Tiflis. botan. Sada (Trav. jard. bot. Tiflis)* 15 : 1-180, 12 cartes.

ZANGHERI, P. — (1954). La vegetazione della Romagna. Festschr. E. Aichinger. Bd. 1 : 354-394, 6 fig., *Wien.*

ZOLLER, H. — (1947). Studien an *Bromus erectus*-Trockenrasengesellschaften in der Nordwestschweiz, speziell im Blauengebiet. *Ber. geobot. Inst. Rübel f. d. Jahr* 1946 : 51-81, 3 fig.

— (1954*a*). Die Arten der *Bromus erectus* - Wiesen des Schweizer Juras. *Veröff. geobot. Inst. Rübel* 28 : 1-283, 32 fig.

— (1954*b*). Die Typen der *Bromus erectus* - Wiesen des Schweizer Juras. *Beitr. geobot. Landesaufn. d. Schweiz* 33 : 1-309, 22 fig., 25 tabl.

Remarque. — Afin de ne pas allonger cette bibliographie, nous n'y avons pas mentionné une série de travaux ou de documents consultés, à savoir :

a) Des grandes flores connues (HEGI, BONNIER, ROUY et FOUCAULD, HAYEK, etc.), ainsi que celles de régions, provinces ou pays énumérés dans les sixième et septième parties.

b) Les ouvrages et cartes géologiques ou climatologiques.

INSTITUT DE BOTANIQUE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL
Directeur : Professeur Claude Favarger

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES *CALLITRICHE* DU CANTON DE NEUCHATEL

par

Henriette D. SCHOTSMAN, Haren (Pays-Bas)

AVEC 1 PLANCHE

INTRODUCTION

Le genre *Callitriche* n'a jamais été étudié d'une façon précise dans le canton de Neuchâtel. La distribution des différentes espèces est d'ailleurs peu connue dans le Jura. GODET, dans sa flore (5), remarque « qu'il n'a guère eu l'occasion de les bien observer ». D'après ses indications deux espèces se rencontreraient dans le canton, à savoir *C. stagnalis* et *C. platycarpa*. Les botanistes qui l'ont suivi se sont contentés de reprendre ses indications, en adaptant la nomenclature à celle en usage de leur temps et en ajoutant une ou deux localités d'après des échantillons d'herbier plus ou moins correctement déterminés. Ainsi SPINNER (*26*) cite une seule espèce : *C. palustris* (« dans tout le domaine, de 435 m à 1230 m : Pouillerel ») avec les variétés *stagnalis* et *platycarpa*, mais sans donner de précisions.

Il faut convenir que dans ce genre difficile, la délimitation des espèces est assez délicate et demande un examen sérieux en laboratoire, si possible au moyen des techniques cytologiques. Ayant acquis une certaine expérience des *Callitriche* d'une partie de l'Europe, nous avons entrepris l'étude du matériel jurassien, et plus particulièrement neuchâtelois.

Dans ce travail, nous présenterons les espèces que nous avons reconnues dans le canton de Neuchâtel et donnerons la description d'un hybride qui est nouveau pour la Suisse.

Notre but ne peut pas prétendre à être complet. Il est probable que des recherches ultérieures prouveront qu'il existe encore d'autres taxa dans la région de Neuchâtel ; en outre, la caryologie de plusieurs espèces n'est pas encore connue en détail ; enfin, nos connaissances sur l'écologie, la variabilité et la distribution géographique sont également

incomplètes. Le genre *Callitriche* pose encore beaucoup de problèmes, et une étude plus approfondie des espèces paraît très souhaitable.

Matériel et méthode

Nos recherches ont été faites à l'Institut de botanique de Neuchâtel, pendant les mois de septembre 1959 et 1960.

La récolte de notre matériel a été rendue possible grâce à l'amabilité de M. le professeur C. Favarger, qui a bien voulu nous accompagner dans une série d'excursions. Nous tenons à lui exprimer ici notre reconnaissance la plus sincère. Nous remercions vivement Mme Duckert, MM. P. Correvon et A. Schwab pour leur aide. Nous sommes également très reconnaissante à l'Organisation néerlandaise des recherches pures pour son appui financier.

Les plantes vivantes, récoltées lors de nos excursions, ont été cultivées en partie au jardin botanique de Neuchâtel. Une petite partie a été transplantée au jardin botanique « De Wolf », à Haren (Pays-Bas). De plus, nous avons pu disposer des herbiers de l'Institut de botanique de Neuchâtel.

Pour l'étude caryologique, des extrémités de jeunes racines ainsi que des points végétatifs de tiges ont été fixés au liquide de Carnoy, puis traités ensuite par la méthode des frottis au carmin acétique. Le plus souvent, les racines ont été soumises à un traitement préalable à l'α-monobromonaphtalène. Les préparations ont été rendues permanentes à l'euparal.

Des exemplaires séchés des plantes récoltées dans le canton et qui ont été examinées au point de vue caryologique, se trouvent dans l'herbier de l'Institut de botanique de Neuchâtel.

Comme la systématique du genre *Callitriche* a fait de grands progrès au cours de ces dernières années et que les espèces sont très difficiles à déterminer d'après les clés de la plupart des flores, nous croyons utile au lecteur de préciser ici les caractères distinctifs des espèces que nous avons constatées dans le canton de Neuchâtel.

Une des causes de difficulté est le fait que la plupart des espèces varient beaucoup dans leur appareil végétatif et sont riches en « formes ». Lorsqu'une population de *C. platycarpa* par exemple passe de la vie aquatique à la vie terrestre, l'aspect des feuilles et l'habitus des individus changent du tout au tout. En peu de temps, les longues tiges à feuilles linéaires et à rosettes nageantes ont disparu ; des plantes se sont formées, à tiges courtes, couchées, radicantes aux nœuds, à feuilles elliptiques. Les formes terrestres d'espèces différentes peuvent avoir de grandes ressemblances. En hiver, beaucoup d'espèces produisent des feuilles linéaires, ce qui peut arriver aussi en été, par exemple dans l'eau extra-rapide ou dans l'eau profonde, de sorte que dans de telles circonstances, il est malaisé de reconnaître les différentes espèces.

Ces exemples font comprendre que la forme des feuilles ne peut guère servir de critère pour la distinction de variétés, encore moins à fonder des espèces, comme certains auteurs ont essayé de le démontrer.

Les principaux caractères morphologiques qui importent à la description et à la détermination des espèces, se rencontrent dans la forme des fruits mûrs. La structure de la fleur, la forme des grains de pollen, la structure des glandes caulinaires et, dans quelques cas, la forme des feuilles des rosettes flottantes bien développées, peuvent fournir des indices importants. Le nombre de chromosomes et le caryotype sont d'une grande utilité, surtout lors de l'examen d'exemplaires stériles. Toutefois, depuis que nous avons rencontré des populations d'une même espèce possédant des caryotypes différents (*23*), nous devons recommander dans ce domaine une réelle prudence. Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire de cultiver les plantes, afin de les faire arriver à un stade plus caractéristique ou de les faire fructifier.

Pour les *Callitriche*, il est évident qu'une simple étude des échantillons d'herbier est insuffisante. Nous voudrions insister à nouveau sur l'importance des études caryologiques, écologiques et géographiques, comme l'a dit aussi Favarger (*4*). Ces méthodes, combinées avec l'étude morphologique des plantes cultivées, peuvent servir de base à une classification plus naturelle. Enfin, des croisements seraient nécessaires pour analyser les barrières génétiques entre les taxa.

Dans le canton, nous avons rencontré jusqu'ici trois espèces et un hybride. Ce sont : *Callitriche hamulata* Kütz., *Callitriche cophocarpa* Sendtn. et *Callitriche platycarpa* Kütz. L'hybride figure sous le numéro 4.

1. *Callitriche hamulata* Kütz.

Kützing (*11*, *12*) a décrit clairement cette espèce en 1831 et en 1832, sous le nom de *C. autumnalis*. En 1837, il changea de nomenclature et donna à l'espèce le nom de *C. hamulata*. [Pour un compte rendu détaillé, cf. Schotsman 1954 (*21*)].

L'espèce a une fécondation intéressante. Les fleurs des formes aquatiques se trouvent complètement sous la surface de l'eau ; la pollinisation des formes terrestres a lieu dans une goutte de pluie ou de rosée.

La fleur femelle, qui se trouve à l'une des aisselles d'une paire de feuilles, se compose d'un ovaire à deux stigmates transversaux filiformes, qui sont réfléchis dès la base et inclinés en arrière. Les extrémités de ceux-ci se trouvent donc sous l'aisselle de l'autre feuille de la même paire. A cet endroit se développe la fleur mâle. Celle-ci consiste en une étamine, qui se penche lors de la maturité dans la direction d'un des stigmates de la fleur femelle. L'anthère contient des grains de pollen incolores, sans exine, qui restent suspendus partiellement dans l'anthère, après que celle-ci s'est ouverte par une fente. Les grains de pollen germent après quelques heures et, ainsi, les tubes polliniques atteignent facilement le stigmate. Nous trouvons une fécondation sous l'eau et des grains de pollen sans exine chez *C. pedunculata* DC., *C. hermaphroditica* Jusl. et quelques espèces voisines. En outre, ce phénomène se rencontre chez plusieurs autres genres de plantes aquatiques, comme *Najas*, *Zannichellia*, etc. (*2*, *9*, *17*).

Il résulte de ce type de fécondation qu'une bonne fructification de la forme aquatique ne dépend pas de la profondeur d'eau, ni de la rapidité du courant. Aussi trouve-t-on des exemplaires richement fructifères dans des eaux profondes comme dans des ruisseaux. Les espèces suivantes (sous 2 et 3), au contraire, ont besoin d'eau tranquille et pas trop profonde pour développer des rosettes flottantes et pour dresser leur fleur au-dessus de la surface de l'eau.

Callitriche hamulata se distingue nettement des deux autres espèces par la forme des fruits. Vu de côté, le fruit est suborbiculaire ; les restes des stigmates sont réfléchis et appliqués contre les flancs. Le plus souvent, les méricarpes sont étroitement ailés.

Lorsque la plante est stérile, la forme des glandes caulinaires peut servir à la détermination. Ces glandes consistent en une cellule de base et 12 à 18 cellules rangées en rayons. *Callitriche platycarpa*, *cophocarpa* et aussi *stagnalis* et *obtusangula* portent des glandes composées de 8 à 12 cellules.

Comme nous l'avons expliqué amplement dans une autre étude (*24*), il n'est en général pas possible de distinguer les unes des autres les formes aquatiques de *C. hamulata* et de *C. pedunculata*, surtout sur le matériel d'herbiers, du moins pour autant que nous ayons pu l'observer jusqu'à présent. La différence n'apparaît que dans des cultures et des recherches caryologiques. Il résulte de cette difficulté que, pour le moment, il nous est impossible de délimiter en détail l'aire de distribution des deux espèces, à l'aide d'un examen d'herbiers, surtout dans des pays comme l'Angleterre et la France, où les deux espèces se rencontrent.

Selon Hultén (*7*), *C. hamulata* est une espèce atlantique, et il est certain qu'elle est généralement distribuée en Europe occidentale, notamment au Danemark, en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas, en Belgique, en France et en Allemagne. Samuelsson (*18*) et Hultén observent l'espèce en Scandinavie, où elle se rencontre surtout dans la partie méridionale et le long de la côte occidentale de Norvège. Elle a été rencontrée aussi en Islande [Löve et Löve (*15*)]. Il est vraisemblable qu'elle ne se trouve que rarement dans le sud de l'Europe (Italie) ; il reste maintenant à savoir si elle croît au Portugal ; jusqu'ici toutes les plantes récoltées dans ce pays se sont révélées être des *C. pedunculata* (*24*). En Yougoslavie, nous n'avons pas non plus rencontré l'espèce, ni dans la nature ni parmi les exemplaires d'herbiers. Qu'en est-il de sa distribution dans l'Europe centrale et orientale ? Il y a peu de temps encore, nous prenions, ainsi que Samuelsson (*18*), un spécimen d'herbier, originaire du « Böhmerwald », pour l'exemplaire trouvé le plus loin vers l'est. Cependant, nous avons vu depuis quelques exsiccata d'Autriche dans l'herbier de Vienne. Pavlovsky (*16*) donne divers habitats en Pologne, mais nous n'avons pas vu son matériel. *C. hamulata* ne figure pas dans la flore russe (*20*). Il semble que vers l'est *C. hamulata* se fasse plus rare ; cependant les limites de son aire de distribution sont encore incertaines.

Il est probable que l'espèce ne se rencontre pas fréquemment en Suisse. Samuelsson, dans son article bien connu « Die Callitriche-Arten

der Schweiz » (*18*), donne des localités dans les cantons de Genève, de Vaud, du Valais, de Bâle, de Zurich, des Grisons et du Tessin.

Au mois de septembre 1959, nous l'avons découverte dans le canton de Neuchâtel, à savoir à Biaufond, dans l'étang de la Ronde. L'altitude y est de 609 m environ. Les plantes montraient dans l'eau limpide et profonde un développement très riche. Sur le bord, des formes terrestres se rencontraient çà et là. Parmi les autres plantes aquatiques de cette station, citons : *C. platycarpa*, un hybride, *Hippuris vulgaris*, *Elodea canadensis*, *Ranunculus circinatus*, *Potamogeton natans* et une autre espèce de Potamogeton. Nous ignorons la composition chimique de l'eau à cet endroit. Il est probable que cette eau, venant du Jura, a un pourcentage de chaux assez élevé. Or, en général, *C. hamulata* préfère les eaux oligotrophes et légèrement acides. Ainsi, elle croît aux Pays-Bas seulement dans les eaux des terrains sablonneux, à Ratisbonne, dans la région du « Bayrisches Wald » sur la limonite, dans les Vosges également sur des sols siliceux. SAMUELSSON découvrit aussi que l'espèce manquait dans le sud de la Suède et autour du fiord d'Oslo, sur un sol calcaire. Pour préciser les exigences écologiques de *C. hamulata*, il serait vraiment intéressant de faire des observations chimiques précises dans les divers habitats où l'on rencontre l'espèce.

Le nombre chromosomique des plantes récoltées à Biaufond était de 2 n = 38, comme pour les exemplaires examinés par nous et récoltés aux Pays-Bas, dans les Vosges, la Bavière, le pays de Galles et l'Angleterre. JÖRGENSEN (*10*), JONES (*8*) et SAVIDGE (*19*) donnent le même nombre ; LÖVE (*14*) donne cependant 2 n = 40 ; pour le matériel d'Islande 2 n = 36 et 2 n = 40 (*15*). Une analyse exacte des chromosomes est difficile ; toutes les plantes de Biaufond, examinées par nous, montraient une paire de chromosomes longs avec une constriction médiane ; les autres chromosomes (8 d'entre eux sont plus longs que les autres) ont une constriction subterminale. La mitose de l'espèce voisine, *C. pedunculata* (2 n = 28), laisse voir distinctement deux chromosomes présentant aussi une constriction médiane (*24*).

La présence de *Callitriche hamulata* est ainsi observée pour la première fois dans le canton de Neuchâtel. Les localités les plus rapprochées se trouvent aux environs de Bâle, dans les Vosges méridionales et dans le département du Jura.

Cette espèce vient augmenter d'une unité la liste des espèces subatlantiques présentes dans la région occidentale du canton de Neuchâtel (*Chrysosplenium oppositifolium*, *Centaurea nigra*, *Polygala serpyllifolia*, etc.).

2. *Callitriche cophocarpa* Sendtn.

Cette espèce a été décrite en 1854 par SENDTNER (*25*), sous le nom de *C. cophocarpa ;* la même année, LÖNNROTH (*13*) a publié l'espèce sous le nom de *C. polymorpha*. D'après HEINE (*6*), le nom correct serait *C. cophocarpa* et, après une étude du matériel de SENDTNER (Herbier de Munich), nous nous sommes ralliés à son opinion (*vide 22*).

Dans les formes aquatiques de cette espèce et de l'espèce suivante, les fleurs se trouvent aux aisselles des feuilles de la rosette nageante ; l'anthère et les extrémités des stigmates sont au-dessus de l'eau et, par conséquent, la fécondation a lieu dans l'air.

C. cophocarpa est bien séparée de l'espèce suivante, *C. platycarpa*, par des caractères morphologiques, caryologiques et géographiques. Remarquons ce qui suit sur les caractères morphologiques de *C. cophocarpa* : le plus souvent, les bractéoles des fleurs sont plus fortes que celles d'autres espèces. Les parties jeunes des tiges portent beaucoup de glandes avec 8 à 10 cellules. Les grains de pollen sont sphériques ou courtement ellipsoïdes. L'espèce est surtout bien caractérisée par la forme de son fruit. Le fruit est petit, 1 à 1,5 mm de diamètre ; vu de côté, il est presque orbiculaire. Les méricarpes sont un peu arrondis ou faiblement carénés, dépourvus d'aile.

Nous ne sommes pas encore bien renseignés sur les facteurs du milieu qui décident de la présence de l'espèce. Quelquefois, on a l'impression que cette espèce préfère les régions tourbeuses, mais nous l'avons trouvée également dans les régions calcaires aux environs de Ratisbonne.

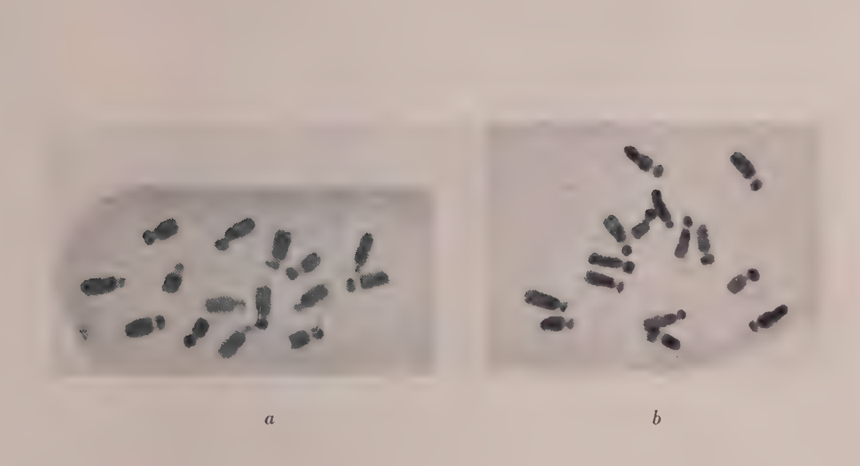
D'après Hultén (*7*), *C. cophocarpa* appartient aux espèces à distribution continentale de l'Europe orientale. Samuelsson (*18*) la mentionne en Scandinavie où elle est assez fréquente. En Yougoslavie, c'est une des espèces les plus répandues ; en outre, elle se rencontre en Allemagne (*22*) et en Autriche (plusieurs spécimens de l'Herbier de Vienne). Pavlovsky (*16*) donne beaucoup d'habitats en Pologne, tandis qu'elle est mentionnée aussi dans la flore russe de Schischkin et Bobrov (*20*). En Europe occidentale, elle n'est pas fréquente : elle semble manquer à l'Islande et aux îles Féroé. Aux Pays-Bas, elle appartient aux plantes rares.

En Suisse, *C. cophocarpa* appartient, d'après les indications de Samuelsson (*18*), aux espèces peu rares. Cet auteur ne donne cependant pas de localités dans le canton de Neuchâtel.

Il semble que Godet (*op. cit.*) l'ait prise pour *C. stagnalis*, car il signale dans sa flore cette espèce aux marais des Verrières. Les deux exsiccata que nous avons vus provenaient de l'Herbier Lesquereux et n'avaient probablement pas été vus par Godet. Tous étaient déterminés *C. platycarpa* (après quelques hésitations et ratures). L'un des échantillons était un véritable *C. platycarpa*, l'autre par contre un *C. cophocarpa*. Un autre échantillon récolté sur Pouillerel, le 1er juillet 1853, s'est révélé à l'examen appartenir à l'espèce *C. cophocarpa*. L'étiquette sans nom d'auteur (L. Coulon ?) portait la mention « videtur *C. stagnalis* ».

Pendant une de nos excursions à travers le Jura, M. le professeur Favarger trouva cette espèce dans un petit fossé d'une vieille tourbière, près des Verrières. Elle croissait à côté de *Galium palustre* et de *Bidens cernuus* à l'altitude de 930 m environ.

Le nombre chromosomique de ces plantes est de 2 n = 10, comme dans le matériel que nous avons examiné au cours de 1959 et venant de



a *b*

Métaphases somatiques de l'hybride *Callitriche cophocarpa* Sendtn. ×
Callitriche platycarpa Kütz.

a) Matériel de Biaufond (Suisse). Au centre deux chromosomes satellifères.

b) Matériel d'Echène-Autrage (France). Tous les chromosomes sans satellites.

Ecrasement au carmin acétique après traitement préalable par l'α-monobromonaphtalène. Grossissement 2000.

Bavière, du nord-ouest de la Suisse et de Yougoslavie. Nous trouvons donc un autre nombre de chromosomes que Löve et Löve (*14*), qui donnent $2n = 12$. Tous les chromosomes des plantes des Verrières ont une constriction subterminale. La formule haploïde présente un chromosome petit et quatre chromosomes plus longs, dont deux montrent un bras très court.

3. *Callitriche platycarpa* Kütz.

Kützing a décrit l'espèce en 1831 (*11*). Elle a été souvent confondue avec d'autres (*3*), surtout avec *C. stagnalis* Scop. et *C. cophocarpa* Sendtn. A certains stades, en effet, elle leur ressemble beaucoup. Aussi est-il nécessaire, surtout lorsqu'il s'agit de formes stériles, de cultiver les plantes et de faire des recherches caryologiques. Si cette espèce est bien développée et fructifère, elle se distingue nettement des deux espèces mentionnées ci-dessus. Les fruits, vus de côté, sont suborbiculaires, de 1,5-1,75 mm environ de diamètre avec des restes de stigmates courts et dressés ; les ailes des méricarpes sont étroites. Les grains de pollen sont de forme variable : globuleux, en forme de tétraèdre arrondi, d'ellipsoïde, etc.

La distribution est encore très imparfaitement connue. Une des causes en est le fait que seul le matériel d'herbier avec des fleurs mâles bien développées et avec des fruits mûrs se détermine avec certitude. Malheureusement les exsiccata sont le plus souvent stériles ou portent des fruits mal développés. Dans nos indications de 1954 sur la distribution de cette espèce, nous avons probablement réuni quelques spécimens de *C. cophocarpa* à ceux de *C. platycarpa*. Nous fondons nos données actuelles de distribution presque uniquement sur des observations faites sur du matériel vivant.

C. platycarpa est selon toute probabilité une espèce d'Europe occidentale. Aux Pays-Bas, elle est très fréquente. Nous avons vu du matériel vivant d'Angleterre, de Belgique, des Vosges méridionales et d'Allemagne (Odenwald), tous les exemplaires ayant le nombre chromosomique $2n = 20$.

Samuelsson n'a pas reconnu cette espèce et a rejeté le nom de *C. platycarpa*, avec la conviction que le matériel décrit par Kützing (*op. cit.*) comme lui appartenant était un mélange de *C. stagnalis* et de *C. cophocarpa*. Par conséquent, dans son travail sur les *Callitriche* de Suisse, il ne mentionne pas cette espèce. Probablement qu'il l'a réunie à *C. stagnalis* Scop.

Dans le canton de Neuchâtel, nous avons récolté *C. platycarpa* dans trois localités :

a) *La Grande-Prise* (alt. env. 1000 m)

Ici, les formes terrestres abondaient dans de petits fossés asséchés et sur les sentiers humides de la forêt. D'après J.-L. Richard (à l'impression), cette forêt est un *Abieti-Fagetum* (hêtraie à sapins), très souvent

en mosaïque avec le *Sphagno-Piceetum* (pessière à sphaignes sur marnes). Le sol sur lequel végète cette dernière association est un podzol à stagnogley, décalcifié en surface et reposant sur la marne calcaire.

Il est frappant que dans beaucoup de régions boisées de l'Europe (le Berry, les Vosges, la Bavière, le nord-ouest de la Suisse, le sud et l'est des Pays-Bas), c'est *C. stagnalis* qui se rencontre, sous la forme terrestre, sur les sentiers, au lieu de *C. platycarpa*. La Grande-Prise fait donc exception. De plus, il faut remarquer que *C. stagnalis* n'a pas été observé jusqu'ici dans le canton. Nous ignorons le rôle que joue ici, par exemple, la composition chimique du sol ou les facteurs climatologiques. En tout cas, il y a là un problème intéressant pour des recherches ultérieures.

Le nombre chromosomique que nous avons déterminé est $2\,n = 20$.

b) *Canal de la Thielle*

La plante croissait au bord d'une mare, près du canal (alt. env. 430 m). C'étaient de petites formes terrestres avec des feuilles assez largement elliptiques. Le nombre de chromosomes est $2\,n = 20$.

c) *Biaufond*, dans l'étang de la Ronde (*vide* aussi *C. hamulata*)

Ici *C. platycarpa* se présentait surtout sous la forme aquatique. Les plantes étaient extrêmement développées et formaient de grandes touffes avec des rosettes particulièrement grandes (diamètre 4 à 5 cm). Les feuilles de quelques plantes étaient très largement elliptiques, de sorte qu'elles faisaient penser à celles de *C. stagnalis*. Après transplantation dans le jardin botanique de Neuchâtel, ces plantes ont conservé cette forme. Une partie de notre matériel fut planté dans le jardin botanique « De Wolf », à Haren (Pays-Bas), où les plantes ont produit, pendant l'hiver, des feuilles elliptiques plus étroites, mais pas de feuilles linéaires. Cette population intéressante exige encore des recherches, aussi au point de vue caryologique. A côté du nombre normal de $2\,n = 20$, nous avons trouvé aussi des mitoses à nombres divergents. Tous les chromosomes du matériel suisse ont une constriction subterminale. La formule haploïde normale offre 3 chromosomes petits et 7 chromosomes plus longs. Un des chromosomes petits et trois des chromosomes longs ont un bras très court. Dans le matériel de Biaufond, il se trouve des plantes où une paire de petits chromosomes porte un satellite sur le bras court.

4. L'hybride

Jörgensen (*10*) fut le premier à mentionner un hybride parmi les espèces de *Callitriche*. Il a trouvé au Danemark des plantes stériles avec $2\,n = 15$ chromosomes. Il était impossible de se prononcer sur la nature des parents. En 1959, Savidge (*19*) a publié des données sur un hybride, découvert également au Danemark. Les plantes ne produisent

que des fleurs mâles, dont la méiose est troublée. SAVIDGE a compté lui aussi 2 n = 15 chromosomes.

Nous avons trouvé notre premier hybride de *Callitriche* en août 1959, dans le territoire de Belfort, près d'Echène-Autrage, lors d'une excursion avec M. W. Simon de Bâle [1]. C'était une population fort développée au point de vue végétatif. Les plantes avaient surtout des fleurs mâles ; les fleurs femelles étaient très rares. Le nombre chromosomique était 2 n = 15 ; la méiose était irrégulière ; le plus souvent il y avait 3 à 5 univalents. Ensuite, nous avons trouvé un hybride identique à Saignelégier (canton de Berne) au cours d'une excursion avec M. Berger de Bienne [1]. Le troisième hybride fut découvert à la Ronde à Biaufond. Comme les espèces de *Callitriche* observées à la Ronde, les hybrides étaient fortement développés. Il n'y avait que des fleurs mâles. Le nombre chromosomique était 2 n = 15. Il est vraisemblable qu'un croisement a eu lieu entre *C. platycarpa* et *C. cophocarpa*.

Nous avons analysé les plantes d'Echène-Autrage et de Biaufond et nous avons observé dans les caryotypes de ces hybrides 4 chromosomes petits et 11 chromosomes plus longs ; un des petits chromosomes et cinq chromosomes longs ont un bras très court.

La comparaison de ces caryotypes avec la formule haploïde de *C. platycarpa* et de *C. cophocarpa* nous permet de supposer que le caryotype des hybrides est composé de ces formules haploïdes, c'est-à-dire que *C. platycarpa* et *C. cophocarpa* sont bien les parents.

Cependant, il existe de petites différences entre le caryotype de l'hybride d'Echène-Autrage et celui de Biaufond. Dans le premier cas, nous avons aperçu quelques plantes sans chromosomes satellitifères ; la plupart montrent un chromosome satellitifère ; c'est un des chromosomes petits qui porte le satellite sur le bras le plus long. L'hybride de Biaufond montre deux chromosomes longs portant un satellite, également sur le segment long. Ce phénomène nous fait présumer qu'il existe chez *C. cophocarpa* et *C. platycarpa* des races chromosomiques qui ne diffèrent entre elles que par la place et le nombre des satellites.

Nous voulons mentionner ici un autre hybride qui a pris naissance probablement dans le jardin botanique de Neuchâtel. Depuis l'été 1958, le *C. platycarpa* de « la Grande-Prise » et un *C. stagnalis* venant du département de l'Indre (France) croissaient à proximité l'un de l'autre, tous deux récoltés par M. le professeur Favarger. En septembre 1959, les deux espèces étaient entremêlées et nous rencontrâmes des exemplaires avec 2 n = 15 chromosomes. Il est évident que nous admettons un croisement des deux espèces. Malheureusement, ce matériel ne s'est pas prêté à une analyse exacte des chromosomes.

Nous voulons terminer cette note en donnant une table de détermination des espèces. Bien que *C. stagnalis* Scop., *C. palustris* L. et *C. obtusangula* Legall ne se soient pas encore rencontrés dans le canton de Neuchâtel, nous les avons insérés tout de même dans la clé afin que celle-ci soit complète.

[1] Nous exprimons ici notre gratitude à MM. Berger et Simon qui nous ont beaucoup aidé.

Formes aquatiques

1*a*. Feuilles toutes linéaires. Restes des stigmates réfléchis, appliqués contre le fruit
C. hamulata Kütz.

b. Feuilles supérieures spatulées en rosette nageante 2

2*a*. Méricarpes arrondis sur le dos ou faiblement carénés, dépourvus d'aile 3

b. Méricarpes ailés 4

3*a*. Fruit petit, 1-1,5 mm de diamètre, orbiculaire ou un peu plus long que large. Pollen globuleux et courtement ellipsoïdal. Méricarpes faiblement carénés ou un peu arrondis.
C. cophocarpa Sendtn.

b. Fruit elliptique, plus long que large, de 1,5-2 mm de long. Feuilles de rosettes nageantes rhomboïdales. Pollen longuement ellipsoïdal. Méricarpes arrondis.
C. obtusangula Legall

4*a*. Fruit petit, ellipsoïdal ou obovale, de 1 mm de long environ. Méricarpe ailé surtout au sommet.
C. palustris L.[1]

b. Fruit plus large, suborbiculaire. Méricarpe à aile dorsale. 5

5*a*. Fleurs femelles et mâles submergées. Restes des stigmates réfléchis et appliqués contre le fruit. Pollen globuleux, incolore, dépourvu d'exine.
C. hamulata Kütz.

b. Stigmates et étamines au-dessus de l'eau. Restes des stigmates dressés, penchés ou caducs. 6

6*a*. Fruit de 1,5-2 mm de diamètre. Méricarpe largement ailé. Pollen globuleux. Feuilles toutes elliptiques ou largement elliptiques.
C. stagnalis Scop.

b. Fruit 1,5-1,75 mm de diamètre. Méricarpe étroitement ailé. Pollen irrégulier, globuleux, en forme de tétraèdre, etc. Feuilles inférieures souvent linéaires.
C. platycarpa Kütz.

Formes terrestres

1*a*. Etamines presque complètement avortées ; stigmates mal développés, caducs. Fruit petit, ellipsoïdal ou obovale, de 1 mm de long environ. Méricarpe ailé surtout au sommet.
C. palustris L.[1]

[1] Nous avons trouvé dans les herbiers de Neuchâtel et de Vienne, un spécimen avec l'indication suivante : « Zentralalp, Crap la Pala, Lenzerheide 2100 m. Unterlage kalkreiches Bündnerschiefer. 28. VIII. 1922. Leg. L. Meisser. » Les fruits de ces plantes sont plus longs, atteignant 1,4 mm.

Pour le moment, nous laissons ouverte la question de savoir s'il s'agit ici d'une variété ou d'une sous-espèce de *C. palustris* L. Il serait prématuré de fonder une division de l'espèce sur un échantillon ; en outre, d'après les exsiccata que nous avons vus de l'Europe orientale, nous supposons qu'il y a encore beaucoup de problèmes taxinomiques à résoudre.

b. Etamines et stigmates bien développés. Fruit suborbiculaire ou elliptique. 2

2*a.* Fruit elliptique, plus long que large. Pollen longuement ellipsoïdal. Méricarpes arrondis sur le dos.
C. obtusangula Legall

b. Fruit suborbiculaire 3

3*a.* Fruit petit, de 1-1,5 mm de diamètre. Méricarpe un peu arrondi sur le dos ou faiblement caréné, nullement ailé. Pollen globuleux ou courtement ellipsoïdal.
C. cophocarpa Sendtn.

b. Fruit plus large. 4

4*a.* Restes des stigmates réfléchis et appliqués contre le fruit.
C. hamulata Kütz.

b. Restes des stigmates dressés, penchés ou caducs. 5

5*a.* Fruit de 2 mm de diamètre. Méricarpe largement ailé. Anthères petites. Pollen globuleux. Stigmates penchés.
C. stagnalis Scop.

b. Fruit de 1,5-1,75 mm de diamètre. Méricarpe étroitement ailé. Anthères plus larges. Pollen de forme irrégulière. Stigmates dressés.
C. platycarpa Kütz.

Remarques

1° Les caractères indiqués dans la table se rapportent à des fruits bien mûrs.

2° Les indications relatives à la forme des fruits supposent qu'on examine le fruit par sa face large, c'est-à-dire de côté ; lorsque celui-ci est en place, il a sa face étroite tournée vers l'axe et vers la bractée.

Voici, d'après nos récoltes et d'après les échantillons revisés par nous de l'herbier de Neuchâtel, la liste des espèces observées jusqu'ici dans le canton, avec les localités [1].

C. hamulata Kütz. : Biaufond !

C. cophocarpa Sendtn. : Fossés de tourbières aux Verrières ! (Herbier Lesquereux, sans date et sans signature, sub. *C. platycarpa* [2]). Sur Pouillerel, en descendant aux Planchettes (1er juil. 1853. sub. *Call. stagnalis*, sans signature).

C. platycarpa Kütz. : Fossés autour du pont de Thielle ! (Chaillet 3 mars 1796). Dans le Seyon au Val-de-Ruz (Morthier 1860). Marais des Verrières (Herbier Lesquereux 1839). La Grande-Prise ! Biaufond !

C. cophocarpa × *C. platycarpa*. Biaufond !

[1] Le point d'exclamation se rapporte au matériel que nous avons récolté nous-même.

[2] Le nom de *C. sessilis* var. *verna*, qui se trouvait d'abord sur l'étiquette, a été corrigé en *C. stagnalis*, puis en *C. platycarpa*.

Résumé

L'espèce *C. hamulata* Kütz. est signalée pour la première fois dans le canton de Neuchâtel ; d'autre part, nous avons reconnu l'existence du *C. cophocarpa* Sendtn., confondu jusqu'ici avec d'autres espèces. Un hybride, nouveau pour la Suisse, a été découvert à Biaufond, et l'examen de son caryotype permet de supposer que ses parents sont *C. platycarpa* et *C. cophocarpa*. Notre travail démontre à quel point les techniques cytologiques permettent de résoudre certains problèmes délicats de taxinomie et, partant, d'enrichir la floristique.

Zusammenfassung

Auf das Bestehen der Art *C. hamulata* Kütz. im Kanton Neuenburg wird zum erstenmal hingewiesen ; andererseits haben wir das Vorhandensein des bis jetzt mit anderen Arten verwechselten *C. cophocarpa* Sendtn. erkannt. Ein für die Schweiz neuer Bastard ist in Biaufond entdeckt worden und sein Caryotyp lässt vermuten, dass seine Eltern *C. platycarpa* und *C. cophocarpa* sind. Unsere Arbeit zeigt wie weit die zytologischen Methoden es erlauben, gewisse heikle Probleme der Taxonomie zu lösen und somit die Floristik zu bereichern.

Summary

C. hamulata Kütz. is reported for the first time from canton Neuchâtel. The author recognizes the presence of *C. cophocarpa* Sendtn. previously mistaken for other species. A hybrid new for Switzerland was found at Biaufond ; its caryotype appears to indicate that the parents are *C. platycarpa* and *C. cophocarpa*. Present paper shows in how far cytology helps resolve difficult taxonomical problems and helps to enrich the field of floristics.

BIBLIOGRAPHIE

1 Binz, A. et Thommen, E. – (1953). Flore de la Suisse. 423 p., *Lausanne.*

2 Clavaud, A. — (1878). Sur le véritable mode de fécondation du *Zostera marina. Actes Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. 32, 4e série, t. 2.

3 Dandy, J. E. — (1958). List of British vascular plants. *London.*

4 Favarger, Cl. — (1959). Distribution en Suisse de races chromosomiques de *Chrysanthemum Leucanthemum* L. *Bull. Soc. bot. suisse* 69 : 26-46, 2 fig., 1 tabl.

5 Godet, Ch. H. — (1853). Flore du Jura. 872 p., *Neuchâtel.*

6 Heine, H. — (1954). *Callitriche cophocarpa* Sendtn. *Ber. Bayer. Bot. Gesellsch.* 30 : 32-37.

7 Hultén, E. — (1950). Atlas öfver Växternas Utbredning i Norden. 512 p., 1847 fig., *Stockholm.*

8 Jones, H. — (1955). Notes on the identification of some british species of *Callitriche*. *Watsonia* 3.

9 Jönsson, B. — (1883-1884). On befruktningen hos slägtet Najas samt hos *Callitriche* aut. *Lunds Univ. Arsskrift* 20 (4).

10 Jörgensen, C. A. — (1925). Studies on *Callitrichaceae*. *Dansk bot. Tidsskrift* 38 : 81-126, 19 fig.

11 Kützing, F. F. — (1831). Monogr. *Callitricharum* Germ.. *in* Reichenbach, H. G. L. Iconogr. botan. seu plantae crit., p. 31-47, pl. 1179-1220, *Lipsiae*.

12 — (1832). Über die deutschen Callitrichen. *Linnaea* 7 : 174-192.

13 Lönnroth, C. — (1854). Observationes crit. plant. suec. Diss. *Upsala*.

14 Löve, A. and Löve, D. — (1948).Chromosome numbers of north plant-species. *Icel. Univ. Inst. Appl. Sci. Rep.* 3, 131 p.

15 — (1956). Cytonomical conspectus of the Icelandic flora. *Acta Horti gotoburgensis* 20 (4) : 65-290, 27 fig.

16 Pavlovsky, B. — (1956). Rozmieszczenie gatunkow rodzaju *Callitriche* L. w Polsce i w' krajach sasiednich. *Fragmenta floristica et geobot.* Ann. 2, Pars 1, *Krakow*.

17 Rose, F. — (1887). Le mode de fécondation de *Zannichellia palustris* L. *Journ. Bot.* 1 : 296-299, 7 fig.

18 Samuelsson, G. — (1925). Die Callitriche- Arten der Schweiz. *Veröffentl. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 3 : 603-628.

19 Savidge, J. P. — (1959). An interspecific hybrid in European *Callitriche*. *Proc. Bot. Soc. Brit. Isles* 3.

20 Schischkin, B. K. i Bobrov, E. G. — (1949). Flora U. S. S. R. 9.

21 Schotsman, H. D. — (1954). A taxonomic spectrum of the section *Eu-Callitriche* in the Netherlands. *Acta Bot. Neerl.* 3 : 313-384. 14 fig., 16 pl., 12 cartes.

22 — (1958). Beitrag zur Kenntnis der *Callitriche*- Arten in Bayern. *Ber. Bayer. Bot. Gesellsch.* 32 : 128-140, 12 fig., 6 pl., 1 carte.

23 — (1961). Des races chromosomiques de *C. stagnalis* Scop. et *C. obtusangula* Legall. *Bull. Soc. bot. suisse* (à l'impression).

24 — (1961). Notes on some portuguese species of *Callitriche*. *Bol. Soc. Brot.* (en préparation).

25 Sendtner, O. — (1854). Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. *München*.

26 Spinner, H. — (1918). La distribution verticale et horizontale des végétaux vasculaires dans le Jura neuchâtelois. *Mém. Univ. Neuch.* 2 : 1-197, 8 pl.

QUELQUES REMARQUES SUR LE GUI

par

JÄMES PÉTER-CONTESSE

INTRODUCTION

Renouvelant et modernisant l'antique mythe du phénix qui renaît de ses cendres, le problème du gui réapparaît périodiquement, chaque fois réveillé par de nouveaux chercheurs. Quelques-uns d'entre eux s'attaquent à certains aspects restreints : biologie de la plante, sa valeur médicinale, l'influence sylvicole et financière de sa présence massive en forêt ; d'autres l'étudient dans le cadre général du parasitisme. Toutes ces études, et encore bien d'autres à venir, permettront de serrer de plus près ce problème du gui, dont les aspects résolus sont encore peu de chose en regard des multiples inconnues restant à résoudre. Qui veut se lancer à son étude doit s'imprégner de deux remarques fondamentales : la première est de la plume du grand de Candolle : « Le gui paraît devoir faire exception à toutes les règles de la biologie » ; la seconde émane d'un ingénieur forestier français, Brossier, alors à Grenoble, qui nous dit un jour en forêt ce paradoxe : « Pour voir le gui, il faut l'avoir déjà vu ! »

Le gui est effectivement une plante continuellement déroutante et en même temps secrète. Elle ne se laisse découvrir que lentement. Qui veut en connaître plus que ce que chacun sait depuis Aristote doit avoir avec elle un contact prolongé et continu.

Depuis 1923, date de la publication du gros ouvrage de Tubeuf, « Monographie der Mistel », aucun nouvel ouvrage important n'a paru, mais par contre une quantité considérable de travaux spéciaux ont été publiés, dont chacun a apporté une lumière plus ou moins vive sur l'un ou l'autre des aspects du problème. La station expérimentale de pathologie des plantes de l'Université de Colorado (U.S.A.) a rédigé en mai 1959 un résumé dactylographié de quatre-vingt-cinq pages, condensant les acquisitions nouvelles et accompagné d'un index bibliographique de cent huit pages ! Il y a là une base de travail de valeur pour qui voudrait reprendre le problème dans son ensemble.

L'étude du gui est captivante, quel que soit le point auquel on s'attache : mais elle demande beaucoup de celui qui s'y consacre. Elle ne peut pas être considérée comme un « violon d'Ingres ». Elle apporte, avec bien des déceptions, de nombreuses satisfactions, dont celle d'œuvrer en un domaine encore peu connu.

GÉNÉRALITÉS

Pour voir quelques-uns de ses aspects particuliers, nous partirons d'une touffe bien développée, en plein soleil : nous en suivrons le cycle vital : le gui part en végétation très tôt, dès les premiers beaux jours de mars ou même de février, alors que son hôte semble encore en complet repos et que, généralement, le sol est couvert de neige ou gelé. Feuilles et fleurs nouvelles sont à peu près simultanées. Mais, malgré cette floraison hâtive, la maturation du fruit est tardive : les baies n'acquièrent leur aspect translucide et leur couleur blanche qu'en fin d'année.

L'époque de la maturité coïncide avec la migration automnale de la grive draine qui fait de ces baies collantes de glu sa nourriture principale. La grive avale le fruit entier et se débarrasse des graines probablement surtout par régurgitation. Les graines ont encore des lambeaux de glu qui les fixent à leur support. Là elles germent, quel que soit ce support : pierre, branche sèche, faux hôte ou hôte convenable. La tigelle sort, s'incurve vers le support par phototropisme négatif ; son extrémité s'élargit et se fixe en ventouse. Du centre de la ventouse sort l'axe hypocotyle qui cherche le chemin des éléments ligneux, source indispensable de nourriture. Dans cet état, et au long de la recherche de la source nutritive, la graine semi-germée peut subsister pendant trois ans selon les expériences de TUBEUF. Une goutte d'eau occasionnelle et l'humidité ambiante lui suffisent.

Dissolvant les cellules de l'écorce, l'axe hypocotyle progresse en direction centripète jusqu'à proximité immédiate des tissus ligneux. Là il traverse la dernière pellicule vivante de l'écorce et élabore le premier suçoir au contact des éléments du bois. Dès ce moment, sa nourriture étant assurée, la plantule finit de germer en sortant de l'enveloppe de la graine les éléments qui s'y étaient encore tenus à l'abri : elle redresse la tigelle, écarte ses cotylédons et sort ses premières feuilles.

Au niveau de l'écorce vivante l'axe hypocotyle lance, parallèlement aux fibres ligneuses, mais toujours séparées d'elles par la pellicule vivante de l'écorce, une ou des racines corticales qui donneront naissance à de nouveaux suçoirs. Mais les suçoirs, englobés chaque année plus profondément à l'intérieur du bois par son épaississement annuel, vieillisent, finissent par mourir, la mort progressant par saccades de l'intérieur vers l'extérieur. Arrive le moment où la mort atteint les racines corticales et la touffe elle-même. Rien n'est perdu pour autant : le long des racines, encore vivantes sur la partie la plus jeune de leur parcours, attendent des bourgeons dormants qui, si la lumière est

suffisante, éclosent en crevant la couche extérieure de l'écorce et donnent naissance à des touffes secondaires. Le cycle recommence.

Mais l'allongement et l'élargissement de la cime de l'hôte enlèvent aux touffes la lumière indispensable et finalement tous les éléments extérieurs de la plante s'étiolent et meurent. C'est alors que se manifeste le phénomène probablement le plus extraordinaire de la vie du gui : privée de tous ses éléments aériens, la plante survit et se développe dans ses racines et ses suçoirs qu'elle multiplie avec une vitalité accrue. Elle attend ainsi un éventuel retour de lumière. Cette attente très active provoque chez n'importe lequel de ses hôtes des réactions assez spectaculaires sous forme de renflements, de boursouflures souvent très considérables. Survienne une mise en lumière inopinée, et les nombreux bourgeons dormants, lovés sous l'écorce, jaillissent en une profusion de jeunes plantes qui couvrent les renflements de leur verdure vigoureuse. Le cycle vital du gui recommence de nouveau.

En systématique le gui à baies blanches, avec son proche parent à baies rouges du bassin de la Méditerranée, appartient au genre *Viscum*, lequel fait partie de la famille des Loranthacées, dont les nombreux membres vivent en parasites complets ou partiels et sont répandus partout.

Notre *Viscum album* groupe trois races distinctes. Toutes trois sont morphologiquement très proches, probablement indéterminables sur simple fragment de plante. Mais elles se séparent absolument quant aux hôtes qu'elles parasitent. Une détermination exacte ne peut être faite qu'avec un fragment de la plante-support.

La race la plus étendue est celle des feuillus. Elle croît sur la plupart de nos arbres, arbustes, buissons feuillus indigènes.

Le genre *Abies* (sapin blanc) permet au gui du sapin de se développer et de se multiplier sur nos sapinières de basse altitude.

Enfin le gui du pin parasite le genre *Pinus* et s'installe exceptionnellement sur l'épicéa.

Chacune de ces trois races est exclusive dans la nature. Toutefois des essais de laboratoire ont permis de constater que le *Salix caprea* peut être l'hôte du gui des feuillus et du gui du pin ; l'*Acer saccharinum*, celui du gui des feuillus et du gui du sapin : le *Larix leptolepis*, celui du gui du sapin et du gui du pin.

ESSAI D'ÉTUDE DE L'ADAPTATION DU GUI A SES HOTES

Il s'agit là, à ma connaissance, d'un chapitre encore inexploré et qui mérite d'être étudié ; bien des choses y sont encore à découvrir. Mes observations sont, pour le moment, très insuffisantes. Je connais trop peu le gui des feuillus, pas fréquent chez nous ; je n'ai pu observer (rarement) le gui du pin qu'en Valais ou en Savoie ; seul le gui du sapin commence à m'être connu parce que je me suis battu avec lui depuis fort longtemps ; la lutte fut à tel point continue et dure qu'il est devenu le meilleur, le plus cher de mes ennemis !

Toutefois, en faisant la synthèse des observations sur les trois races et en les comparant entre elles, on peut trouver quelques faits précis ; leur examen permet de tirer certaines conclusions qui ne seront probablement pas beaucoup modifiées par une étude plus approfondie. Voici ces faits :

Les forestiers ont l'habitude de classer les végétaux sylvestres en essences de lumière et essences d'ombre. Classement indispensable à l'intelligence humaine, mais que la nature ignore souverainement, comme tout classement. Si nous examinons les hôtes du gui et lui-même selon ce critère, nous constatons que tous les hôtes feuillus sont essences de lumière plus ou moins caractérisées ; les pins aussi. Quant au gui, ses besoins en lumière sont considérables. Il apparaît donc logique que le gui, essence de lumière, s'installe sur des hôtes de même caractère.

Tout autre est le sapin. Il est essence d'ombre, doublement : ombrophile et ombrogène. Cette qualité de faiseur d'ombre provient de son mode de ramification, de la forme et de la position des aiguilles. Le sapin est, comme le fayard, abonné à l'horizontale : ses feuilles sont plates, étalées, serrées horizontalement ; les pousses annuelles se répartissent aussi dans le même plan. Il en résulte un houppier dense, dont la couleur vert sombre accentue encore l'effet d'ombre. Le sapin en peuplements purs — comme le fayard aussi — tue toute vie sous son couvert. Cette densité de couverture se fait de même sentir assez rapidement dans le houppier lui-même dès que l'allongement des branches supérieures couvre les parties des branches inférieures précédemment en plein soleil.

Cette cohabitation du gui et du sapin fait partie des caractères déroutants du gui. On peut, par simple réflexion, supposer que la façon de vivre du gui-lumière sur le sapin-ombre n'est pas en tout pareille à celle de son développement sur ses hôtes-lumière.

Tout autre est la situation chez les essences de lumière. Leur couvert est assez clair. La retenue de lumière par les branches extérieures tue rapidement les intérieures et les inférieures. Seules celles qui sont en plein soleil subsistent et s'allongent. Les essences de lumière sont individualistes (au contraire du sapin et du fayard qui sont des essences de masse), et leur individualisme va jusqu'aux branches. La couronne d'un vieux chêne ou d'un vieux pin est formée de grosses branches peu nombreuses, laissant entre elles des espaces, des zones de lumière où le soleil peut s'infiltrer à l'intérieur du peuplement. Sous un peuplement de chêne ou de pin le sol vit ; les plantes basses, les buissons, les recrus divers le couvrent. Les conditions de vie offertes au gui sur essences de lumière sont donc très différentes de celles que le gui doit accepter avec le sapin ; on peut donc s'attendre à des manifestations différentes de la part du parasite.

L'étude de ce problème est donc limitée arbitrairement à un secteur étroit : quelles sont les manifestations différentielles du gui sur sapin et sur autres hôtes ; peut-on y trouver une relation avec le facteur lumière ?

Quelques remarques préliminaires doivent être faites :

1° Il n'y a aucune différence absolue entre le gui sur essence d'ombre et celui sur essence de lumière. Il n'y a que des tendances. Le cas très fréquent chez une race se retrouve plus ou moins rarement chez les autres, et vice versa.

2° Il y a parallélisme assez net entre le gui du pin et celui des feuillus, ce qui me permet de les grouper — pour l'étude de ce problème restreint, bien entendu — sous la dénomination de « gui-lumière », en opposition au « gui-ombre » du sapin. Ces deux termes sont de simples abréviations sans indication de besoins en lumière.

3° L'épicéa est intermédiaire entre les essences de lumière et d'ombre. C'est pourquoi le cas de gui sur cette essence est si intéressant. De quel côté devra-t-on le ranger ? Gui-lumière ? Gui-ombre ?

Voici donc l'examen comparatif de quelques conditions de vie offertes au gui, et de ses adaptations :

Sur pin et feuillus (lumière)	*Sur sapin (ombre)*
Houppier de l'hôte plutôt clair ; le feuillage intercepte peu de lumière (pin) et s'il en intercepte plus pendant la bonne saison (feuillus), il est absent en hiver et au premier printemps au moment de la floraison du gui.	*Houppier de l'hôte* très dense, sombre ; intercepte beaucoup de lumière, uniformément pendant toute l'année.
Les essences de lumière sont individualistes ; ce caractère se dévoile aussi dans la forme de leurs couronnes à branches peu nombreuses et très développées. Cela permet de maintenir soit une lumière atténuée partout, soit des trouées de lumière interrompant le manteau du feuillage.	Les essences d'ombre sont d'esprit communautaire. Leur houppier s'en ressent par sa densité, par le grand nombre de branches qui le composent, toutes de développement assez égal. La croissance se fait par agrandissement du cône feuillé, où seule la surface est pleinement éclairée et où les parties plus anciennes, précédemment en lumière, sont de plus en plus refoulées dans l'ombre.
Le gui peut s'installer assez indifféremment partout. Les touffes réparties sur le pourtour et à l'intérieur restent pleinement vivantes, jusqu'à la fleur et au fruit. Les touffes d'âges différents sont indistinctement entremêlées.	Le gui installe ses touffes presque uniquement sur le pourtour du houppier, en pleine lumière, de préférence dans sa partie supérieure à proximité du fût. L'âge des plantes diminue régulièrement du bas vers le haut du houppier.
La croissance des plantes de gui est généralement assez lente ; le feuillage est petit, feuilles étroites. La touffe est d'aspect fin, élégant.	Croissance assez rapide, feuilles plutôt larges et longues. La touffe a un aspect plus grossier, ordinaire.

Le caractère de plante de lumière des hôtes fait que de nombreuses branches secondaires de l'intérieur du houppier sèchent par manque d'insolation. Avec elles disparaissent les touffes de gui et la possibilité de déformations ultérieures.

Déformations plutôt rares, assez peu apparentes et très généralement sur branches, rarement sur fûts.

L'ensemencement du gui par les oiseaux se fait n'importe où dans la couronne. Les emplacements à vue libre, recherchés par la grive dans ses moments de repos et de dégurgitation, sont répartis partout jusqu'à l'intérieur des houppiers. Cela explique la présence de jeunes plantes n'importe où.

La croissance de la plante de gui n'est pas gênée par le développement du houppier qui reste assez perméable à la lumière et permet au parasite de se maintenir. Une nourriture quantitativement importante n'est pas indispensable. Racines et surface assimilatrice n'ont pas besoin d'être très importants.

Ces conditions sont remplies : racines corticales peu nombreuses, suçoirs en petit nombre et implantés tout près de la touffe. Touffes plutôt petites, fines, à feuilles minces et étroites.

La forme conique des suçoirs répond-elle à une nécessité ? C'est, peut-être, en vue d'augmenter la surface de contact du gui avec les éléments ligneux de l'hôte en l'absence d'un plus grand nombre de suçoirs ?

La forme sphérique des touffes est de règle ; elle est rendue possible par un apport lumineux en suffisance et par la constitution même de la couronne de l'hôte.

Le caractère de plante d'ombre du sapin fait que les branches intérieures du houppier subsistent longtemps et, avec elles, les plantes de gui en vie subcorticale, qui provoquent les déformations connues, soit aux branches soit au fût.

Déformations très fréquentes, souvent considérables, sur fûts et sur branches.

L'ensemencement du gui par la draine se fait sur le pourtour de la couronne où seules existent les places à vue libre. De préférence sur la pointe du cône. Les graines régurgitées sont retenues par les branches touffues là où se tiennent les oiseaux. De rares graines tombant à l'intérieur de la couronne n'ont pas assez de lumière pour germer.

La plante de gui doit croître rapidement en ses premières années ensoleillées pour pouvoir subsister et se développer en vie subcorticale dès que l'écran du houppier en croissance lui enlève la lumière indispensable. Pour assurer ce développement initial rapide, il faut d'une part un enracinement étendu et d'autre part une surface assimilatrice importante.

Ces conditions sont aussi remplies : nombreuses racines corticales, nombreux suçoirs tout au long des racines souvent longues ; touffes amples, à feuillage grand.

Les suçoirs ont la forme de lame de couteau à bords parallèles ; ils s'épaississent peu au cours de leur développement. Leur grand nombre suffit probablement à assurer au gui le contact nécessaire avec les éléments ligneux de l'hôte.

Les touffes ne peuvent se développer en sphère qu'au moment où la couronne du sapin, fortement dépérissante, devient irrégulière et beaucoup plus perméable à la lumière. Jusqu'alors les touffes sont en demi-sphères reposant sur les branches denses du sapin.

Ce parallèle ne comporte donc que l'examen des caractères morphologiques extérieurs. Il faudra y adjoindre une étude microscopique des tissus des racines et suçoirs ; une étude des moyens d'échanges liquides et gazeux entre le gui et ses hôtes. Cela pourra peut-être donner la réponse au pourquoi des différences constatées.

L'abondance du système radiculaire du gui du sapin vient-elle du besoin de croissance plus rapide aux premières années (si ce besoin existe réellement) ? de la plus grande difficulté de tirer de son hôte les substances nutritives ? d'une plus grande facilité d'introduction à travers l'écorce ?

L'inverse de ces questions se pose aussi à propos des races du gui-lumière.

Dans l'état actuel des observations, il semble bien que la séparation, assez nette, entre gui-lumière (sur feuillus et sur pin) et gui-ombre (sur sapin) se justifie et qu'elle explique les différences morphologiques constatées.

Qu'en est-il du gui sur l'épicéa ? Nous savons que cette essence forestière tient le milieu entre les plantes de lumière et celles d'ombre. Le gui qui l'infecte vient du pin, essence de lumière. Il y a donc là un cas très particulier. Tout ce que j'ai pu observer sur l'épicéa de Finges prouve que le gui y a maintenu ses caractères morphologiques extérieurs de gui-lumière : touffes fines, élégantes ; racines et suçoirs peu nombreux ; présence indistincte, indéterminée, de touffes d'âges différents. Dans les conditions assez particulières de Finges (climat sec et chaud), la race de gui de lumière peut donc passer d'un hôte-lumière sur un hôte mi-ombre sans modifier ses caractères raciaux. Il serait intéressant de faire semblable étude sur d'autres cas de gui sur épicéa. En tout cas, jusqu'à preuve du contraire, le cas de Finges ne modifie pas cette séparation nette entre gui-lumière et gui-ombre, telle que nous venons de l'esquisser.

Mais cette esquisse pose une série de questions nouvelles. Les trois races du gui semblent bien être issues d'une même souche. Quelle est leur filiation ? Sont-elles de même génération ? La filiation est-elle plus complexe ?

S'il est plausible de comprendre la présence d'ennemis de nos arbres forestiers comme un facteur naturel d'équilibre (et tout dans l'étude de nos forêts nous pousse à cette interprétation), il est permis de voir dans le gui du sapin un moyen d'en réduire la tendance envahissante dans nos forêts de basse altitude. C'est un parasite de lenteur qui agit sur le tard : les sapins le supportent jusqu'à cent à cent cinquante ans. Mais passé cet âge de l'hôte, il devient brusquement virulent ; il détruit rapidement les sapinières pures ou les peuplements très fortement mélangées de sapin. La nature offre ainsi aux essences de lumière que le sapin avait éliminées les conditions propres à leur retour.

L'invasion des forêts de basse altitude par le sapin venu de plus haut est un danger latent existant probablement depuis le dernier changement de climat qui a amené nos forêts actuelles. Le gui du sapin, facteur d'équilibre à l'échelle du siècle, existe-t-il depuis ce moment-là ? A-t-il

passé ultérieurement sur les feuillus et sur le pin ? Etait-il primitivement sur pin et feuillus et s'est-il installé secondairement sur sapin ?

C'est, me semble-t-il, le propre de toute recherche scientifique de partir d'une question et de la voir, au fur et à mesure de son étude, se subdiviser en un grand nombre de problèmes nouveaux, tous attachants, entraînants, et pour nombre d'entre eux irrésolubles dans l'état actuel de nos connaissances.

Résumé

Le Gui (*Viscum album* L.) est une essence de lumière. Ses deux races du pin et des feuillus vivent sur des essences de lumière. Sa troisième race, du sapin, s'est adaptée à une essence-support d'ombre. Cette différence pose de nombreux problèmes irrésolubles dans l'état actuel de nos connaissances.

Zusammenfassung

Die Mistel (*Viscum album* L.) ist eine lichtliebende Pflanze. Seine beiden Rassen der Föhre und der Laubhölzer leben auf lichtliebenden Pflanzen. Seine dritte Rasse, nämlich die der Weisstanne, hat sich einer schattenliebenden Wirtspflanze angepasst. Dieser Unterschied stellt zahlreiche Fragen, die beim jetzigen Stand unserer Kenntnisse unlösbar sind.

Summary

Mistletoe (*Viscum album* L.) is a plant requiring light. Both the race on pine and that on deciduous trees occur on trees requiring light. A third race, on spruce, has become adapted to a shade-loving tree. Such differences raise numerous problems that cannot be solved in the present state of our knowledge.

BIBLIOGRAPHIE

Brossier, J. — Nombreuses communications personnelles.

Brossier, J. et Plagnat, Fr. — (1960). Nouvelle sylviculture des sapinières à gui. *Revue forestière française* 2 : 102-109.

Gäumann, E. et Péter-Contesse, J. — (1951). Neuere Erfahrungen über die Mistel. *Journal forestier suisse* 2-3 : 108-119, 6 fig.

Keiff, U. — (1956). Le gui en Alsace. Thèse de doctorat en pharmacie, *Strasbourg*.

Klein, E.-J. — (1914). Die Mistel. Sans indication. 80 p., 3 cartes, 10 fig., *Luxembourg*.

Oberli, H. — (1956). Bronzezeitliche Waldverhältnisse bei St. Gallen. *Berichte der sanktgallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft* 75 : 1-25.

Péter-Contesse, J. — (1930). Du Gui. *Journal forestier suisse* 10 : 217-223 ; 11 : 247-258, 8 fig.

— (1931). Gui et Possibilité. *Ibid.* 10 : 221-227.

— (1937). Influence du gui sur la production du bois de service. *Ibid.* 7 : 145-153, 4 fig.

Plagnat, Fr. — (1950). *Annales de l'Ecole nationale des eaux et forêts* 12 (1) : 153-231.

— (1950). Sylviculture des sapinières à gui. *Revue forestière française* 7-8 : 365-378.

— (1955). De l'emploi des feuillus dans les boisements et reboisements en essences mélangées. *Ibid.* 6-7 : 176-178.

— Nombreuses communications personnelles.

Tubeuf, K. von — (1923). Monographie der Mistel. 832 p., 5 cartes, 35 tabl., 181 fig., *Berlin*.

U. S. Forest Service. — (1959). The Mistletoes. *Colorado*. Résumé polycopié des publications sur le gui (85 p.). Avec liste bibliographique (108 p.).

INSTITUT DE ZOOLOGIE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL
Directeur : Professeur Jean G. Baer

LE GENRE *DIPLOSTOMUM* VON NORDMANN 1832

(TREMATODA: STRIGEIDA)

par

GEORGES DUBOIS

AVEC 3 FIGURES

Von NORDMANN (1832, p. 27-28) établit le genre *Diplostomum* pour y inclure des Strigéidés larvaires, parasites de l'œil de différents Poissons d'eau douce. Il le divisa en deux groupes : le premier avec *D. volvens* Nordm. comme type (p. 28), le second avec *D. clavatum* Nordm. (p. 42). Ces Vers étaient caractérisés par la possession de pseudo-ventouses (« Seitenhervorragungen »), plus saillantes chez *D. volvens* que chez *D. clavatum*.

En 1888, BRANDES utilisait le même nom générique pour désigner les Diplostomes de Reptiles et trois Diplostomes d'Oiseaux dépourvus de pseudo-ventouses. Il spécifiait bien, pour cette raison, que son genre *Diplostomum* était distinct de celui de von NORDMANN. C'est pourquoi RAILLIET (1919) le renomma *Neodiplostomum* (= *Diplostomum* Brand. nec Nordm.).

DIESING (1850, p. 304) créait le genre *Tylodelphys* pour deux espèces :

1° *Diplostomum clavatum* Nordm. qui en devint le type et dont CIUREA (1928) obtint la forme adulte (nommée *Proalaria clavata* en 1928, puis *Prodiplostomum clavatum* en 1933). Ce Ver possède un petit cône génital, qui constitue une caractéristique générique, et des testicules symétriques.

2° *Diplostomum rhachiaeum* Henle 1833 (du canal rachidien des Grenouilles), que CIUREA (1928) considéra comme la métacercaire de *Proalaria excavata* (Rud. 1803) = *Prodiplostomum excavatum* (Rud.) Ciurea 1933 (p. 159, note 1). KRAUSE (1914, Textfig. R et T) observe également un cône génital et des testicules symétriques (pl. VI, fig.2).

Les frères EHRHARDT (*in* BRAUN 1894) obtinrent le développement du *Diplostomum volvens* Nordm. en *Hemistomum spathaceum* (Rud. 1819) Dies. 1850 ; de ce fait, la dénomination *Diplostomum* Nordm. devait

s'appliquer à toutes les espèces congénériques de *D. spathaceum* (Rud.), dont La Rue (1926, p. 15) avait fait le type de son genre invalide *Proalaria*. D'après Krause (1914, Textfig. N), ce Ver ne possède pas de cône génital ; les auteurs décrivent un testicule antérieur asymétrique, claviforme.

Dans la « Monographie des Strigeida » (1938) et dans la « Systématique des Strigeida » (1953), nous avons maintenu la distinction des deux genres :

Diplostomum : corps nettement bisegmenté ; premier testicule généralement asymétrique et claviforme ; absence de cône génital.

Tylodelphys : corps indistinctement bisegmenté ; premier testicule symétrique, toujours plus large que le second ; présence d'un petit cône génital.

Baer (1957, p. 554-560) décrivait un Diplostome récolté en Côte d'Ivoire, qui est intermédiaire, par son anatomie, entre *Diplostomum* et *Tylodelphys :* il possède, en effet, l'asymétrie du testicule antérieur du premier et le cône génital du second. Baer ne voyait donc pas la nécessité de maintenir la séparation de ces deux genres et proposait de les ramener au rang de sous-genres du *Diplostomum* Nordm. (qui a la priorité), revenant en quelque sorte à la conception primitive d'une division de ce dernier en deux groupes. La présence d'un cône génital, prévalant sur l'asymétrie du testicule antérieur, nécessitait l'attribution de l'espèce au sous-genre *Tylodelphys*, où elle se distingue des congénères par cette asymétrie même.

Cette exception nous amène à reviser cette attribution. Tous les *Tylodelphys* [*clavata* (Nordm. 1832), *excavata* (Rud. 1803)[1], *conifera* (Mehl. 1846), *elongata* (Lutz 1928), *americana* (Dub. 1936), *rauschi* (Singh 1956) et *podicipina* Kozicka et Niewiadomska 1960] ont un corps linguiforme, à bisegmentation indistincte, tandis que le « *Diplostomum (Tylodelphys) marahoueense* » Baer 1957, de la Chouette pêcheuse de Côte d'Ivoire, présente deux segments nettement distincts. La combinaison caractérielle de cette espèce [bisegmentation du corps + asymétrie du testicule antérieur + présence d'un cône génital] se retrouve dans cinq Diplostomes (le premier d'Egypte, les quatre autres des Indes) : *D. tregenna* Nazmi 1932, *D. ketupanensis* Vidyarthi 1937, *D. buteii* Vidyarthi 1937, *D. duboisi* Anantaraman et Balasubramaniam 1953 [= *Bolbophorus orientalis* Vidyarthi 1938 (cf. Dubois 1953, p. 52)] et *D. heronei* Srivastava 1954[2]. De plus, ces formes sont caractérisées par l'allongement plus ou moins marqué des deux lobes du second testicule, reliés par un isthme antéro-dorsal et dirigés caudalement (cf. Baer, *op. cit.*, fig. 4). Elles constituent donc un groupe que nous considérons comme un troisième sous-genre du *Diplostomum* Nordm.

[1] Nous identifions le *Tylodelphys excavata* décrit par Furmaga (1957, p. 255-257) avec *T. clavata* (Nordm.).

[2] Nous avons eu entre les mains la thèse (non publiée) de K. Hanumantha Rao (juin 1957), intitulée : « Studies on parasitic worms of fishes and piscivorous hosts from Andhra Pradesh », dans laquelle l'auteur décrit un *Diplostomum ketupanensis* Vidyarthi 1937, d'*Ardeola grayii* (Sykes) et de *Bubulcus ibis* (L.), qui nous paraît s'identifier avec *Diplostomum heronei* Srivastava 1954 (hôte : « *Ardea grayii* »).

et que nous proposons de nommer *Dolichorchis* n. subg., en raison de l'allongement du second testicule. L'espèce de BAER, étant la mieux décrite, en devient le type, dénommée *Diplostomum (Dolichorchis) marahoueense* (Baer 1957) comb. nov. Ce groupe est constitué par des parasites de Strigiformes, de Falconiformes et de Ciconiiformes.

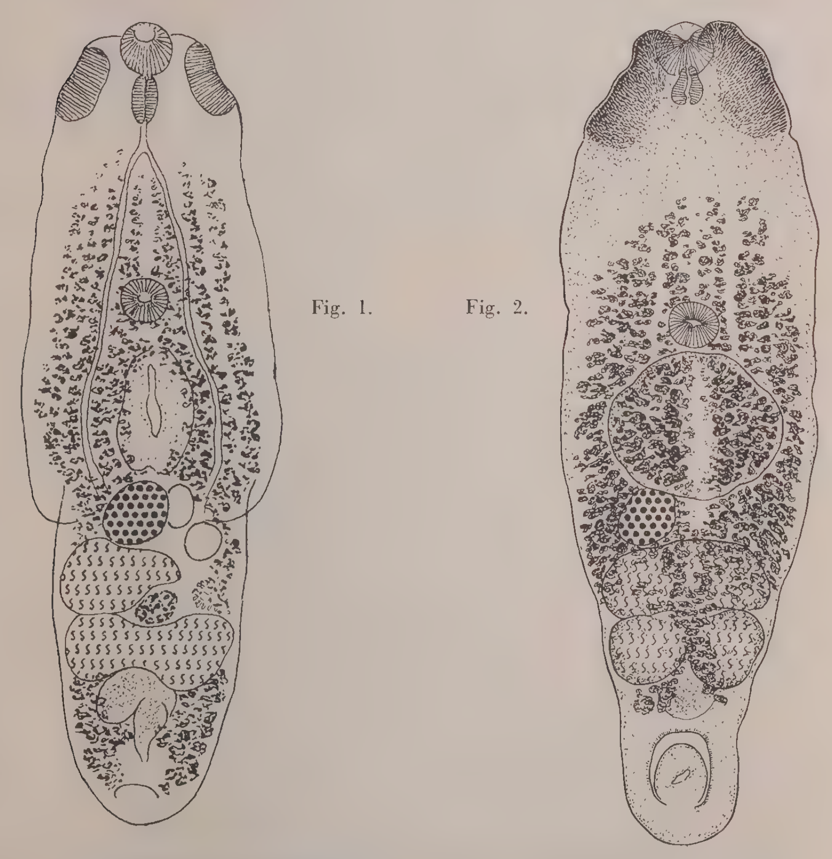
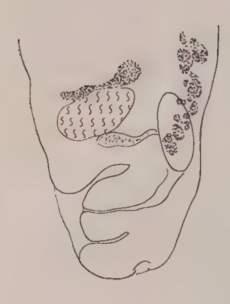


Fig. 1. *Diplostomum (Diplostomum) gavium* (Gub. 1922), de *Gavia immer* (Brünn.). Vue dorsale. Longueur 1,2 mm. (D'après GUBERLET 1922, pl. V, fig. 11.)

Fig. 2. *Diplostomum (Tylodelphys) immer* n. sp., de *Gavia immer* (Brünn.). Vue ventrale. Longueur 1,54 mm. (Rausch leg., hôte N° 1.)

Tout récemment, KOZICKA et NIEWIADOMSKA (1960, p. 34-35) ont transféré *Glossodiplostomum glossoides* (Dubois 1928), de *Gavia arctica* (L.), dans le genre *Tylodelphys* en raison de sa ressemblance avec *T. podicipina* Koz. et Niew. 1960. Nous attribuons encore à



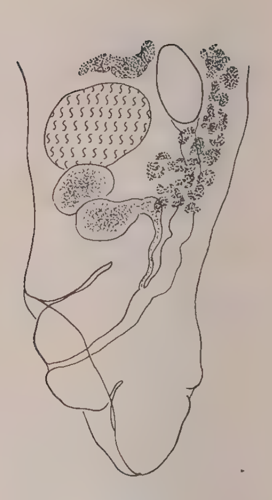


Fig. 3. *Diplostomum (Tylodelphys) immer* n. sp., de *Gavia immer* (Brünn.). Deux schémas de l'extrémité postérieure. (Rausch leg., hôte No 1.)

Tylodelphys un Diplostome nord-américain, parasite de *Gavia immer* (Brünn.), que nous avions décrit (1938, p. 174-175, fig. 107) sous le nom de *Diplostomum gavium* (Guberlet) d'après un matériel récolté et identifié par G. Swanson. Ce Ver a été retrouvé dans le même hôte et redécrit par Dubois et Rausch (1950, p. 15-16). Il s'agit en réalité d'une espèce distincte de *Diplostomum gavium*, se rapprochant du *Tylodelphys podicipina* Koz. et Niew. et que nous proposons de nommer *Diplostomum (Tylodelphys) immer* n. sp.

Le Diplostome de Guberlet (fig. 1) a le corps nettement bisegmenté (avec segment postérieur subcylindrique), le testicule antérieur asymétrique, des vitellogènes atteignant l'extrémité postérieure du corps où ils constituent deux amas latéro-terminaux. Il n'a pas de cône génital. D'après la figure 11, les pseudo-ventouses mesurent 120 μ de longueur. Le Ver appartient donc bien au sous-genre *Diplostomum* [1].

Au contraire, *Diplostomum (Tylodelphys) immer* n. sp. (fig. 2) a un corps indistinctement bisegmenté (avec segment postérieur conique), un cône génital bien développé (fig. 3), le testicule antérieur symétrique et plus large que le testicule postérieur, des vitellogènes ne pénétrant pas dans les parois de la bourse copulatrice, réduits dans la zone testiculaire à un semis étroit de follicules sur la ligne médio-ventrale, qui se termine par deux courtes traces divergentes au niveau de la vésicule séminale. Les pseudo-ventouses, très grandes, semi-ovalaires, mesurent 180 μ à 280 μ de longueur (diagnose : *vide infra*).

Ainsi donc, le genre *Diplostomum* von Nordmann, qui compte actuellement 35 espèces, se trouve divisé en trois sous-genres :

[1] Toutes les tentatives pour retrouver le matériel original ont été vaines.

Diplostomum von Nordmann 1832, avec 20 espèces [1] ;
Tylodelphys Diesing 1850, avec 9 espèces ;
Dolichorchis n. subg., avec 6 espèces.

Subgenus ***Diplostomum*** von Nordmann 1832

Diplostomum à corps nettement bisegmenté, à testicule antérieur asymétrique, et dont la bourse copulatrice ne renferme pas de cône génital. Parasites de Charadriiformes (essentiellement), de Merginés, de Gaviidés et de Colymbidés, exceptionnellement de Passériformes. Cercaires à 4 cellules glandulaires postacétabulaires [2].

Espèce type : *Diplostomum (Diplostomum) spathaceum* (Rud. 1819) [syn. *D. indistinctum* (Gub. 1923 nom. nov. pro *Hemistomum confusum* Gub. 1922 *nec* Krause 1914), *D. huronense* (La Rue 1927), *D. flexicaudum* (Cort et Brooks 1928)].

Diplostomum (Diplostomum) baeri Dub. 1937 [avec la var. *bucculentum* Dub. et Rsch. 1948] ;
Diplostomum (Diplostomum) brevisegmentum Vig. 1944 ;
Diplostomum (Diplostomum) colymbi (Dub. 1928) ;
Diplostomum (Diplostomum) commutatum (Dies. 1850) [syn. *Amphistoma pileatum* Bremser 1824 *nec* Rud., *Hemistomum commutatum* Dies.] ;
Diplostomum (Diplostomum) crassum Chdl. et Rsch. 1948 ;
Diplostomum (Diplostomum) gavium (Gub. 1922) [syn. *Hemistomum gavium* Gub.] ;
Diplostomum (Diplostomum) kronschnepi Bych.-Pawl 1953 ;
Diplostomum (Diplostomum) mahonae Dub. 1953 ;
Diplostomum (Diplostomum) marshalli Chdl. 1954 ;
Diplostomum (Diplostomum) mergi Dub. 1932 [syn. *Hemistomum excavatum* Dub. 1928 *nec* Rud., *Diplostomum orientale* Yam. 1934 nom. nov. pro *Proalaria mergi* Yam. 1933] ;
Diplostomum (Diplostomum) micradenum (Cort et Brack. 1938) ;
Diplostomum (Diplostomum) murrayense (Johnst. et Clel. 1938) ;
Diplostomum (Diplostomum) oedicnemum Singh 1956 ;
Diplostomum (Diplostomum) parviventosum Dub. 1932 ;
Diplostomum (Diplostomum) phoxini (Faust 1918) [syn. *Diplostomum pelmatoides* Dub. 1932] ;
Diplostomum (Diplostomum) pusillum (Dub. 1928) ;
Diplostomum (Diplostomum) repandum Dub. et Rsch. 1950 ;
Diplostomum (Diplostomum) sterni N. K. Gupta 1958 ;
Diplostomum (Diplostomum) vanelli Yam. 1935.

[1] Il est possible que l'on doive attribuer au genre *Diplostomum* les deux espèces indiennes que Vidyarthi (1938) décrivit sous les noms de *Glossodiplostomum hieraetii* et de *G. buteoides*, espèces que nous avons considérées comme identiques (Dubois 1938, p. 497, note 1). Bhalerao (1942, p. 212-213) les transféra dans son nouveau genre *Glossodiplostomoides* qui a la priorité sur *Pseudoglossodiplostomum* Dub. 1944. D'après Vidyarthi, elles posséderaient un cône génital qui justifierait leur attribution au sous-genre *Tylodelphys*, en raison de la forme du corps (cylindrique et indistinctement bisegmenté) et du développement transversal des testicules. Une étude plus approfondie permettrait d'en préciser la position systématique.

[2] Les concrétions calcaires contenues dans le système excréteur des métacercaires de *Diplostomum* sont généralement sphériques. Elles sont ovales chez celles de *Tylodelphys*.

Subgenus **Tylodelphys** Diesing 1850

Diplostomum à corps linguiforme (à bisegmentation indistincte ou peu marquée), à testicule antérieur symétrique (presque toujours plus large que le postérieur), et dont la bourse copulatrice renferme un cône génital. Parasites de Falconiformes, de Ciconiiformes, de Gaviiformes et de Colymbiformes. Cercaires à 4 cellules glandulaires préacétabulaires (2 médianes et 2 latérales) [1].

Espèce type : *Diplostomum (Tylodelphys) clavatum* Nordm. 1832 [2].

Diplostomum (Tylodelphys) americanum (Dub. 1936) [syn. *Prodiplostomum americanum* Dub.] ;

Diplostomum (Tylodelphys) coniferum (Mehl. 1846) [syn. *Holostomum coniferum* Mehl. in Crep. 1846] ;

Diplostomum (Tylodelphys) elongatum (Lutz 1928) [syn. *Alaria elongata* Lutz] ;

Diplostomum (Tylodelphys) excavatum (Rud. 1803) [syn. *Fasciola excavata* Rud.] ;

Diplostomum (Tylodelphys) glossoides (Dub. 1928) [syn. *Hemistomum glossoides* Dub., *Glossodiplostomum glossoides* (Dub. 1928) Dub. 1932] ;

Diplostomum (Tylodelphys) immer n. sp. [syn. *Diplostomum gavium* Dub. 1938 *nec* Gub. 1922].

Diplostomum (Tylodelphys) podicipina (Koz. et Niew. 1960) ;

Diplostomum (Tylodelphys) rauschi Singh 1956.

Subgenus **Dolichorchis** n. subg.

Diplostomum à corps nettement bisegmenté, à testicule antérieur asymétrique, à testicule postérieur bilobé et dont les deux lobes plus ou moins allongés caudalement sont réunis par un isthme dorsal et généralement antérieur, à bourse copulatrice contenant un cône génital. Parasites de Strigiformes, de Falconiformes et de Ciconiiformes. Cercaires encore inconnues.

Espèce type : *Diplostomum (Dolichorchis) marahoueense* (Baer 1957) comb. nov. [syn. *Diplostomum (Tylodelphys) marahoueense* Baer].

Diplostomum (Dolichorchis) buteii Vid. 1937 ;

Diplostomum (Dolichorchis) duboisi Anant. et Balas. 1953 [= *Bolbophorus orientalis* Vid. 1938] [3] ;

Diplostomum (Dolichorchis) heronei Sriv. 1954 [syn. *Diplostomum ketupanensis* Rao 1957 *nec* Vid. 1937] ;

Diplostomum (Dolichorchis) ketupanensis Vid. 1937 ;

Diplostomum (Dolichorchis) tregenna Nazmi 1932.

[1] Cf. Niewiadomska 1960.

[2] Voir « Remarques au sujet de *Diplostomum clavatum* von Nordmann 1832 », p. 120.

[3] Le nom spécifique est préoccupé par *Diplostomum orientale* Yam. 1934 (lui-même synonyme de *D. mergi* Dub. 1932). Voir Dubois 1953, p. 52.

Diagnose de *Diplostomum (Tylodelphys) immer* n. sp.
[syn. *Diplostomum gavium* Dub. 1938 *nec* Gub. 1922]

Corps indistinctement bisegmenté, linguiforme, à segment antérieur souvent élargi en avant, à segment postérieur conique. Ventouses subégales ; pseudo-ventouses très grandes. Pharynx plus petit que la ventouse buccale ; œsophage court. Organe tribocytique elliptique à l'état rétracté, circulaire en protrusion. Testicules bilobés, symétriquement développés (le premier plus large que le second), n'occupant que la première moitié du segment postérieur. Ovaire latéral, à la jonction intersegmentaire, apparaissant presque tangent à l'organe tribocytique. Vitellogènes s'étendant, dans le segment antérieur, jusqu'à mi-distance entre les ventouses ; moins abondants dans le segment postérieur où

	Dubois 1938 Matériel Swanson	Dubois et Rausch 1950 Matériel Rausch	Résumé
Longueur	1,35-1,47 mm	1,05-1,74 mm	1,05-1,74 mm
Segment antérieur	0,90 /0,38-0,51	0,69-1,14 /0,32-0,48	0,69-1,14 /0,32-0,51
Segment postérieur . . .	0,45-0,55 /0,22-0,34	0,33-0,66 /0,25-0,35	0,33-0,66 /0,22-0,35
Long. $\frac{\text{segm. post.}}{\text{segm. ant.}}$	0,50-0,61	0,45-0,65	0,45-0,65
Ventouse buccale	90-103/108-113 μ	72-98/80-108 μ	72-103/80-113 μ
Pharynx	72/60-67	60-72/48-57	60-72/48-67
Ventouse ventrale	77-80/83-105	70-100/80-115	70-100/80-115
Organe tribocytique . . .	190-270/100-165	180-315/210-395 (en protrusion)	180-315/100-395
Ovaire	95-100/80-108	110-115/117	95-115/80-117
Testicule antérieur	90-125/250-305	100-200/260-330	90-200/250-330
Testicule postérieur . . .	90-125/215-265	120-195/240-280	90-195/215-280
Œufs	91/55-59	85-92/54-66	85-92/54-66
Longueur des pseudo-ventouses	190-200	180-280	180-280
Œsophage	36	—	36
Diamètre du cône génital.	—	85-135	85-135
Distance du bord postérieur de la ventouse ventrale au bord antérieur de l'organe tribocytique.	50-63	30-70	30-70
Situation dans le segment antérieur :			
limite postérieure des pseudo-ventouses.	20-25/100	20-26/100	20-26/100
limite des vitellogènes .	34-36/100	31-40/100	31-40/100
ventouse ventrale . . .	56-57/100	51-60/100	51-60/100
bord antérieur de l'organe tribocytique	67-68/100	60-69/100	60-69/100
centre de l'organe tribocytique	75-77/100	73-83/100	73-83/100

ils se réduisent, au niveau des testicules, à un semis étroit de follicules sur la ligne médio-ventrale, qui se termine par deux courtes traces divergentes à la hauteur de la vésicule séminale, en sorte que la bourse copulatrice, occupant les deux derniers cinquièmes du segment postérieur, reste entièrement à découvert. Cône génital bien développé.

Hôte : *Gavia immer* (Brünn.).

Distribution géographique : Etats-Unis (Minnesota et Wisconsin).

Par le grand développement de ses pseudo-ventouses, cette espèce se rapproche du *Diplostomum (Tylodelphys) podicipina* (Koz. et Niew. 1960), parasite des Grèbes et dont la métacercaire est très semblable au *Tylodelphys scheuringi* (Hughes 1929). Il serait donc vraisemblable de supposer que ce dernier est la larve de *D. (T.) immer* n. sp.

REMARQUES

au sujet de *Diplostomum clavatum* von Nordmann 1832

Malgré les contributions importantes de M[mes] J. Kozicka et K. Niewiadomska (1960*a* et *b*) à l'étude des *Tylodelphys*, une incertitude subsiste au sujet de l'attribution du *Diplostomum clavatum* Nordm. 1832. Ciurea (1928) lui avait déjà assimilé une métacercaire parasite de l'humeur vitrée de nombreux poissons du Danube, notamment de *Perca fluviatilis* L. et d'*Acerina cernua* (L.). Cette métacercaire évolue chez *Ardea cinerea* L. et chez *Circus aeruginosus* (L.) en *Proalaria clavata* (Nordm.) Ciurea 1928 *sensu* [= *Prodiplostomum clavatum* (Nordm.) Ciurea 1933 *sensu*], attribué depuis à *Tylodelphys* Dies. 1850.

De leur côté, Kozicka et Niewiadomska (1960*b*) prétendent avoir retrouvé en Pologne le *D. clavatum* Nordm. dans l'œil de la plupart des mêmes poissons, en particulier chez *Perca fluviatilis* L., et en avoir obtenu expérimentalement le *Tylodelphys* des Grèbes, *T. conifera* (Mehlis 1846) [1], chez *Podiceps cristatus* (L.) [= *Colymbus cristatus* L.] dont il est un parasite très fréquent dans la région des lacs de Masurie [2]. Les tentatives d'infester *Circus aeruginosus* ont toutes échoué (cf. Kozicka et Niewiadomska, *op. cit.*, p. 398, tableau VII). Ces auteurs en concluent que *Tylodelphys conifera* (Mehl. 1846) est synonyme de *T. clavata* (Nordm. 1832) Dies. 1850, et que le *Tylodelphys clavata* (Ciurea 1928 *nec* Nordm.), de *Circus aeruginosus*, est une espèce distincte, provenant d'une autre métacercaire. Elle aurait été retrouvée chez *Circus aeruginosus* (L.), *Buteo buteo* (L.) et *Anas platyrhynchos* L. par Bezubik (1956) et par Furmaga (1957) qui la décrivent sous le nom de *Tylodelphys excavata* (Rud.).

[1] Par erreur, Kozicka et Niewiadomska indiquent la date de 1864 pour la publication de Mehlis.

[2] Ces auteurs donnent des pourcentages d'infestation (tableaux I et III) qui attestent la fréquence de *Tylodelphys conifera* (80 % et 75 % pour le lac Mamry, respectivement chez *Podiceps cristatus* et *P. grisegena*), en comparaison de la faible invasion de *Circus aeruginosus* par *Tylodelphys clavata* (14,3 % au lac Mamry). Cette statistique justifie les doutes que nous émettons dans ces remarques.

A vrai dire, les deux métacercaires (celle de Roumanie et celle de Pologne) se ressemblent beaucoup, au point qu'aucune des mesures consignées dans le tableau comparatif de Kozicka et Niewiadomska (1960*b*, p. 387) ne permet une distinction. Si l'on compare les figures (Ciurea 1928, pl. I, fig. 1, et Kozicka et Niewiadomska *op. cit.*, fig.3 et 5*e-g*), on constate que chez la métacercaire de Roumanie, la ventouse ventrale est située aux 56/100 de la longueur du corps, l'organe tribocytique aux 71/100, tandis que chez la métacercaire de Pologne, la ventouse ventrale se trouve aux 60-63/100 et l'organe tribocytique aux 77-80/100. De ce point de vue, la première des larves (celle de Ciurea) se rapprocherait davantage du *Diplostomum clavatum* Nordm., puisque celui-ci a la ventouse ventrale à peu près au milieu du corps et l'organe tribocylique aux 60-63/100 (cf. von Nordmann, pl. III, fig. 5, 6 et 8) [1]. De plus, la métacercaire de Roumanie, par sa forme plus élancée et ses pseudo-ventouses à peine visibles (cf. Ciurea, *op. cit.*, p. 5), rappelle mieux le *D. clavatum* Nordm. que la métacercaire de Pologne, aux épaules plus marquées. Ces différences se retrouvent chez les adultes.

Sans tenir les résultats des expériences pour définitifs, nous pensons qu'il s'agit de deux espèces physiologiques, ayant les mêmes hôtes intermédiaires (poissons) et même localisation (œil), mais s'adaptant l'une aux Falconiformes [en particulier à *Circus aeruginosus* (L.)] et aux Ardéiformes, l'autre exclusivement aux Grèbes.

Quant aux cercaires, Niewiadomska (1960, p. 433-436 et fig. 4) prétend [2] que *Cercaria letifera* Fuhrmann 1916, de *Radix ovata* Drap. [et *Radix auricularia* (L.) d'après Fuhrmann 1916, Dubois 1929 et Wesenberg-lund 1934], est la larve de *Tylodelphys clavata* (Nordm.), tandis que Ginezinskaja (1959, p. 134-135 et fig. 24), obtenant une cercaire très semblable [3] chez *Spiralina vortex* (L.) et *Bathyomphalus contortus* (L.), l'attribue à *Tylodelphys conifera* (Mehl.).

Jusqu'à plus ample informé, il nous paraît judicieux de conserver la dénomination de *Tylodelphys conifera* (Mehlis 1846) Dubois 1937 [considéré prématurément comme synonyme de *T. clavata* (Nordm. 1832) Koz. et Niew. *sensu*] [4] pour le parasite des Grèbes. Ce dernier, par sa taille (0,41-1,36 mm), sa ventouse ventrale plus petite que la buccale et ses pseudo-ventouses longues de 55 à 136 μ, se distingue nettement de *T. podicipina* Koz. et Niew. 1960, également parasite des Grèbes, qui mesure 1,40 à 1,90 mm de longueur et possède une ventouse ventrale plus grande que la buccale et des pseudo-ventouses longues de 160 à 210 μ.

[1] Kozicka et Niewiadomska ne mentionnent pas l'ouvrage de von Nordmann (1832) dans leur liste bibliographique.

[2] En se référant au travail de Kozicka et Niewiadomska 1960*b*.

[3] Niewiadomska compte 35 à 40 crochets sur la marge de la ventouse ventrale (même nombre d'après Dubois 1929), tandis que Ginezinskaja n'en trouve que 27 à 30, mais les deux cercaires ont 5 paires de grandes cellules dans le tronc caudal.

[4] Dénomination nouvelle : *Diplostomum (Tylodelphys) coniferum* (Mehl. 1846).

Résumé

Le genre *Diplostomum* von Nordmann 1832 est divisé en trois sous-genres : *Diplostomum* von Nordmann (avec 20 espèces), *Tylodelphys* Diesing 1850 (avec 9 espèces) et *Dolichorchis* n. subg. (avec 6 espèces, dont le type *Diplostomum (Dolichorchis) marahoueense* (Baer 1957) comb. nov.). De nouvelles diagnoses subgénériques et des listes d'espèces sont établies.

Diplostomum gavium Dubois 1938 *nec* Guberlet 1922 est redécrit et transféré dans le sous-genre *Tylodelphys* sous la dénomination *Diplostomum (Tylodelphys) immer* n. sp.

Zusammenfassung

Die Gattung *Diplostomum* von Nordmann 1832 wird in drei Untergattungen unterteilt : *Diplostomum* von Nordmann (mit 20 Arten), *Tylodelphys* Diesing 1850 (mit 9 Arten) und *Dolichorchis* n. subg. (mit 6 Arten, worunter der Typus *Diplostomum (Dolichorchis) marahoueense* (Baer 1957) comb. nov.). Neue Diagnosen für die Untergattungen und Arten-Listen werden aufgestellt.

Diplostomum gavium Dubois 1938 *nec* Guberlet 1922 wird neu beschrieben und in die Untergattung *Tylodelphys*, mit der Benennung *Diplostomum (Tylodelphys) immer* n. sp., versetzt.

Summary

The genus *Diplostomum* von Nordmann 1832 is split into three subgenera : *Diplostomum* von Nordmann (with 20 species), *Tylodelphys* Diesing 1850 (with 9 species) and *Dolichorchis* n. subg. (with 6 species, the type being *Diplostomum (Dolichorchis) marahoueense* (Baer 1957) n. comb.). New diagnoses of the sub-genera and lists of the species are given.

Diplostomum gavium Dubois 1938 *nec* Guberlet 1922 is redescribed and assigned to the sub-genus *Tylodelphys* under the name *Diplostomum (Tylodelphys) immer* n. sp.

BIBLIOGRAPHIE

Baer, J. G. — (1957). Trématodes et Cestodes récoltés en Côte-d'Ivoire, avec remarques sur la famille des Dicrocoeliidae Odhner et sur les parasites des Damans. *Rev. suisse Zool.* 64 (3) : 547-575, 14 fig.

Bezubik, B. — (1956). The helminthfauna of wild ducks (subfam. *Anatinae*). *Acta parasit. Polon.* 4 (10) : 407-510, 28 fig.

Bhalerao, G. D. — (1942). On Strigeida (Trematoda) from India. *Rec. Ind. Mus. Calcutta* 44 (2) : 207-216.

Brandes, G. — (1888). Die Familie der Holostomeae. Ein Prodromus zu einer Monographie derselben (Inaug.-Diss.). 72 p. *Reudnitz-Leipzig.*

Braun, M. — (1894). Zur Entwicklungsgeschichte der Holostomiden. Nach den Untersuchungen der Herren Alfred und Oscar Ehrhardt mitgetheilt. *Zool. Anz. Leipzig* 17 : 165-167.

Ciurea, I. — (1928). Sur une nouvelle *Proalaria* et sa métacercaire. *Bull. Sect. Sci. Acad. roumaine* 11 (9-10) : 1-12 (extrait), pl. I-II (7 fig.).

Diesing, K. M. — (1850). Systema Helminthum. 1 : XIII + 679 p. *Vindobonae.*

Dubois, G. — (1938). Monographie des Strigeida (Trematoda). *Mém. Soc. neuch. Sc. nat.* 6 : 1-535, 354 fig.

— (1953). Systématique des Strigeida. Complément de la Monographie. *Ibid.* 8 (2) : 1-141.

Dubois, G. et Rausch, R. — (1950). A Contribution to the Study of North American Strigeids (Trematoda). *Amer. Midl. Nat.* 43 (1) : 1-31, 18 fig.

Furmaga, S. — (1957). The helminth fauna of predatory birds (*Accipitres* et *Striges*) of the environment of Lublin. *Acta parasit. Polon.* 5 (13) : 215-297, 33 fig.

Ginezinskaja, T. A. — (1959). Zur Fauna der Cercarien aus Schnecken des Rybinsker Staubecken. *Ekolog. Parasitol.* 1959 : 96-149, 34 fig.

Guberlet, J. E. — (1922). Three new species of Holostomidae. *J. Parasit.* 9 : 6-14, pl. IV-V (13 fig.).

Hughes, R. C. — (1929). Studies on the Trematode Family Strigeidae (Holostomidae) N° XIX. *Diplostomulum scheuringi* Sp. Nov. and *D. vegrandis* (La Rue). *J. Parasit.* 15 : 267-271, 1 fig.

Krause, R. — (1914). Beitrag zur Kenntnis der Hemistominen. *Z. wiss. Zool. Leipzig* 112 (1) : 93-238, fig. A-C_3, pl. VI (8 fig.).

Kozicka, J. et Niewiadomska, K. — (1960*a*). *Tylodelphys podicipina* sp. n. (*Trematoda, Strigeida*) and its life-cycle. *Acta parasit. Polon.* 8 (2) : 25-36, 13 fig.

— (1960*b*). Studies on the biology and taxonomy of trematodes of the genus *Tylodelphys* Diesing, 1850 (*Diplostomatidae*). *Ibid.* 8 (25) : 379-401, 6 fig.

La Rue, G. R. — (1926). Studies on the trematode family Strigeidae (Holostomidae). N° II. Taxonomy. *Trans. Amer. Micr. Soc.* 45 (1) : 11-19.

NIEWIADOMSKA, K. — (1960). On two cercariae of the genus *Tylodelphys* Dies.: *T. excavata* (Rud.) and *T. clavata* (Nord.) *Diplostomatidae. Acta parasit. Polon.* 8 (28) : 427-437, 5 fig.

NORDMANN, A. von — (1832). Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Erstes Heft. VIII + 118 p., 10 pl. *Berlin.*

RAILLIET, A. — (1919). Nouveaux Trématodes du Chien [Rev. de HALL et WIGDOR (1918)]. *Rec. Méd. vétér., Paris* 95 : 229-232.

VIDYARTHI, R. D. — (1938). Avian Trematodes of the genera *Neodiplostomoides* nov. gen., *Bolbophorus* Dubois, 1934, and *Glossodiplostomum* Dubois, 1932. *Parasitol.* 30 : 33-39, 6 fig.

INSTITUT DE ZOOLOGIE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL
Directeur: Professeur Jean G. Baer

A PROPOS DE *NEODIPLOSTOMUM* RAILLIET 1919 ET *FIBRICOLA* DUBOIS 1932

(TREMATODA: STRIGEIDA)

par

GEORGES DUBOIS

AVEC 3 FIGURES

Si l'on considère la distribution des follicules vitellogènes dans les deux segments du corps des *Diplostomatinae* Monticelli 1888, parasites d'Oiseaux, et des *Alariinae* Hall et Wigdor 1918, parasites de Mammifères, on constate une différence significative: chez les premiers, les follicules sont répartis dans les deux segments (*Diplostomatini* Dubois 1936) ou confinés dans le segment postérieur (*Crassiphialini* Dubois 1936), tandis qu'on observe chez les seconds leur confinement ou une tendance au confinement dans le segment antérieur, et même leur accumulation dans un organe tribocytique en voie d'hypertrophie, qui subit un allongement (*Alaria* Schrank) ou un élargissement (*Pharyngostomum* Ciurea) souvent considérable. En conséquence, le genre *Neodiplostomum* Railliet 1919 appartient aux *Diplostomatinae (Diplostomatini)*, tandis que le genre *Fibricola* fait partie des *Alariinae.*

Cette séparation, que justifie la divergence évolutive des deux sous-familles, n'a pas été admise par Chandler (1942) ni par Chandler et Rausch (1946) qui, en purs systématiciens, n'acceptaient que des définitions statiques. Elle fut reconnue, au contraire, par Read (1948) et par Sandars (1957), bien que peu accusée et malgré l'existence de formes considérées comme intermédiaires, telles que « *Neodiplostomum lucidum* » La Rue et Bosma 1927 (de *Didelphys virginiana* Kerr.), *Fibricola texensis* Chandler 1942 (de *Procyon lotor* L.) ou *Fibricola sarcophila* Sandars 1957 (de *Sarcophilus harrisii* Boitard).

Tout récemment, Pearson (1959) décrivait un « *Neodiplostomum intermedium* », de *Rattus assimilis* Gould, qui s'apparente nettement à « *Neodiplostomum lucidum* ». Les deux espèces ont, en effet, deux traînées latérales de follicules vitellogènes, qui s'étendent jusqu'au bord postérieur du second testicule. Ce caractère les faisait attribuer

par leurs descripteurs au genre *Neodiplostomum* [1]. Or, ce dernier est caractérisé par une disposition différente de ces glandes : dans le second segment et en particulier dans la zone testiculaire, les follicules sont largement répartis ventralement ou confinés dans le champ médian, d'où ils se propagent en arrière des testicules pour constituer deux amas latéraux bien développés, terminaux ou subterminaux. Au contraire, chez les Alariinés qui ont encore des follicules dans le segment postérieur, ceux-ci sont toujours disposés ou condensés en *deux bandes parallèles*, superposées approximativement aux caeca : c'est le cas de *Fibricola sarcophila* Sandars 1957, *Fibricola lucida* (La Rue et Bosma 1927) Dubois et Rausch 1950, *Fibricola intermedia* (Pearson 1959) comb. nov., *Fibricola cratera* (Barker et Noll 1915) [syn. *F. laruei* Miller 1940, *F. texensis* Chandler 1942, *F. nana* Chandler et Rausch 1946] ; c'est aussi le cas de plusieurs formes munies de pseudo-ventouses : *Enhydridiplostomum fosteri* (McIntosh 1939) Dubois 1944 [cf. McIntosh 1940, fig. C], *Enhydridiplostomum alarioides* (Dubois 1937) Dubois 1944 [cf. Dubois 1938, fig. 99], *Didelphodiplostomum variabile* (Chandler 1932) Dubois 1944 [cf. Chandler 1932, fig. 2 [2]].

Au point de vue biologique, on constate une différence essentielle dans le fait que les métacercaires des *Diplostomatinae* sans pseudo-ventouses (genres *Neodiplostomum* Railliet, *Posthodiplostomum* Dubois, *Ornithodiplostomum* Dubois et *Mesoophorodiplostomum* Dubois ; *Crassiphiala* Van Haitsma et *Uvulifer* Yamaguti) s'enkystent dans des Poissons [cf. Hoffman 1960, p. 455-458], tandis que celles des *Alariinae* sans pseudo-ventouses (genres *Fibricola* Dubois et *Pharyngostomum* Ciurea, constituant la lignée fibricolienne [3]) sont hébergées par des Anoures larvaires ou adultes (et souvent par des hôtes paraténiques [4]).

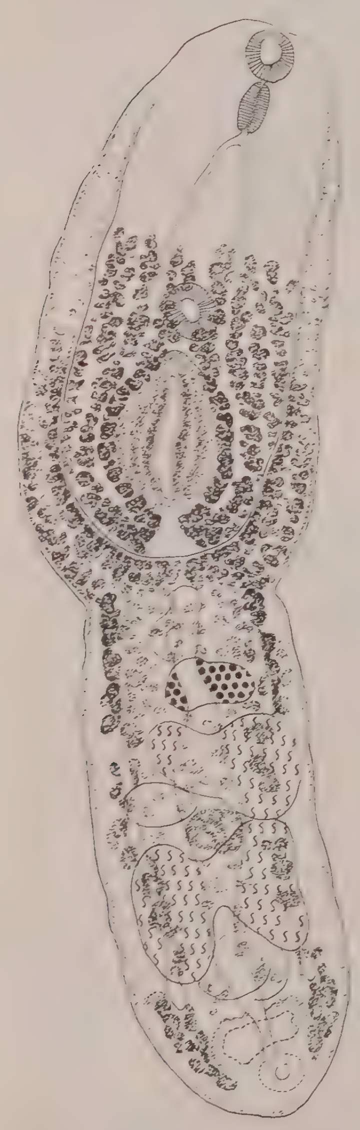


Fig. 1. *Fibricola sarcophila* Sandars 1957, de *Sarcophilus harrisii* Boitard. Paratype, vue ventrale. Longueur 1,70 mm.

Notes [1], [2], [3], [4], voir page 127.

L'étude comparative au stade libre fait ressortir d'autres différences discriminatives : les cercaires des *Diplostomatinae* sans pseudo-ventouses[5] ont deux paires de protonéphridies dans le tronc caudal et trois paires de glandes de pénétration, tandis que celles des *Alariinae* sans pseudo-ventouses[6] possèdent une seule paire de protonéphridies dans le tronc caudal et deux paires de glandes de pénétration.

Ainsi, en ce qui concerne les formes sans pseudo-ventouses, les *Diplostomatinae* peuvent être distingués des *Alariinae* à l'aide de caractères morphologiques observés chez les cercaires (nombre de protonéphridies caudales et de glandes de pénétration) et chez les adultes (distribution des vitellogènes), et à l'aide de caractères biologiques (spécificité parasitaire) chez les métacercaires (hébergées respectivement par des Poissons ou des Anoures) et chez les adultes (adaptés respectivement aux Oiseaux ou aux Mammifères).

En conséquence, les diagnoses des deux genres *Neodiplostomum* et *Fibricola* seront précisées et complétées par la mention des caractères suivants :

Genus *Neodiplostomum* Railliet

Diplostomatinae : follicules vitellogènes *largement répartis* à la face ventrale du segment postérieur ou *confinés dans le champ médian* de la zone testiculaire, d'où ils se propagent en arrière des testicules pour constituer deux amas latéraux, bien développés, terminaux ou subterminaux. Parasites d'*Oiseaux*. Métacercaires hébergées par des *Poissons*[7] (et par des hôtes paraténiques). Cercaires encore inconnues[8].

[1] Pearson *(op. cit.*, p. 118), considérant *Fibricola* comme un sous-genre de *Neodiplostomum*, désigne le parasite qu'il décrit sous le nom de *Neodiplostomum (Fibricola) intermedium*.

[2] La description originale de Chandler n'est pas très précise au sujet de la distribution des vitellogènes. Chez le type (N° 8544), les follicules, assez largement répartis à la face ventrale du segment postérieur (surtout dans la première moitié), se condensent en deux traînées parallèles sur le bord interne des lobes testiculaires ; ces condensations dépassent quelque peu le second testicule, sans former de véritables amas latéro-terminaux. Chez le cotype (N° 8545), qui est fixé à l'état de contraction, on observe beaucoup mieux ces condensations et leur dispersion au-delà de la zone testiculaire.

A défaut de coupes sagittales, la diagnose de *Didelphodiplostomum* Dubois 1944 reste incomplète : si l'atrium abritait un cône génital, ce genre se distinguerait encore mieux de *Diplostomum* von Nordmann (s.-g.) qui en est privé. Comme chez ce dernier, le premier testicule de *Didelphodiplostomum variabile* est asymétrique, plus développé du côté de l'ovaire, où il est recourbé ventralement, formant un lobe comparable à ceux du second testicule.

[3] Cf. Dubois (1944, p. 87). Dans cette lignée, les cercaires évoluent directement en métacercaires (contrairement à la lignée alarienne, où s'intercale un stade mésocercaire) : le cycle vital se réalise sur trois hôtes.

[4] Hoffman (1955, p. 327) écrivait à propos de *Fibricola cratera :* « It was not possible to infect any of six species of fish with the cercariae. »

[5] Cercaires de *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum), de *P. brevicaudatum* (von Nordmann) [syn. *P. impraeputiatum* (Dubois)] et d'*Ornithodiplostomum ptychocheilus* (Faust), de *Crassiphiala bulboglossa* Van Haitsma et d'*Uvulifer ambloplitis* (Hughes).

[6] Cercaires de *Fibricola cratera* (Barker et Noll) [syn. *F. texensis* Chandler], de *F. lucida* (La Rue et Bosma) et de *Pharyngostomum cordatum* (Diesing).

[7] Cas de *Neodiplostomum (Conodiplostomum) perlatum* (Ciurea 1911) [cf. Ciurea 1929] et de *Neodiplostomum (Neodiplostomum) pseudattenuatum* (Dubois 1928) [cf. Sudarikov 1958 et Kozicka 1960]. (Nous n'avons pas pu consulter le travail de Sudarikov.)

[8] Les cercaires des *Diplostomatinae* sans pseudo-ventouses ont deux paires de protonéphridies dans le tronc caudal et trois paires de glandes de pénétration.

Genus *Fibricola* Dubois

Alariinae : follicules vitellogènes *exclus du segment postérieur* ou n'y subsistant plus ou moins densément qu'en se condensant sous forme de *deux traînées parallèles* ventro-latérales, longeant les caeca et généralement limitées à la zone des gonades [1]. Parasites de *Mammifères.* Métacercaires hébergées par des *Anoures* larvaires ou adultes (et par des hôtes paraténiques). Cercaires à une seule paire de protonéphridies dans le tronc caudal et deux paires de glandes de pénétration [2].

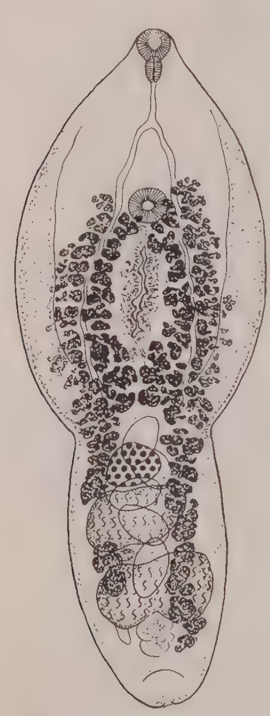


Fig. 2. *Fibricola intermedia* (Pearson 1959), de *Rattus assimilis* Gould. Paratype, vue dorsale. Longueur 1,15 mm. (Pearson leg.).

Le genre *Fibricola* a été créé pour deux espèces à organe tribocytique circulaire et ayant les vitellogènes entièrement ou presque entièrement confinés dans le segment antérieur (respectivement *F. minor* Dubois 1936 et *F. cratera* (Barker et Noll 1915) qui est le générotype). Les Diplostomes attribués ou attribuables à ce genre constituent une série morphologique montrant le retrait progressif des vitellogènes dans le premier segment du corps. Cette lignée fibricolienne débute avec *Fibricola sarcophila* Sandars [3] (fig. 1) : chez cette forme primitive, on constate une assez large dispersion des follicules dans le segment postérieur, où leur densité est cependant beaucoup plus faible que dans le segment antérieur ; ils se concentrent le long des caeca et pénètrent latéralement dans les parois de la bourse copulatrice. Cette répartition rappelle évidemment celle des vitellogènes chez les Néodiplostomes, mais s'en distingue par la condensation péricaecale. Ainsi s'accrédite l'idée d'une dérivation de la lignée fibricolienne à partir d'une souche néodiplostomienne.

Fibricola intermedia (Pearson) et *F. lucida* (La Rue et Bosma) représentent des formes plus évoluées, avec leurs follicules retirés dans la zone testiculaire (fig. 2) ; *F. cratera* (Barker et Noll) et ses synonymes n'ont plus que des traces souvent à peine visibles de ces formations

[1] Les follicules ne constituent donc pas d'amas latéraux terminaux ou subterminaux, sauf chez *Fibricola sarcophila* qui peut être considérée comme une forme primitive.

[2] Le premier hôte intermédiaire des *Fibricola* est une *Physa*, tandis que les *Alaria* se développent chez des *Planorbidae.* Park (1936, p. 54) et Chandler (1942, p. 160) n'ont pu infester *Helisoma trivolvis* (Say) avec des miracidia de *Fibricola lucida* (La Rue et Bosma) et de *Fibricola texensis* Chandler [syn. de *F. cratera* (Barker et Noll)].

[3] *Fibricola sarcophila* possède des ventouses subégales, un pharynx longuement elliptique (73-84/42-47 μ) et un œsophage nul ou très court (jusqu'à 37 μ).

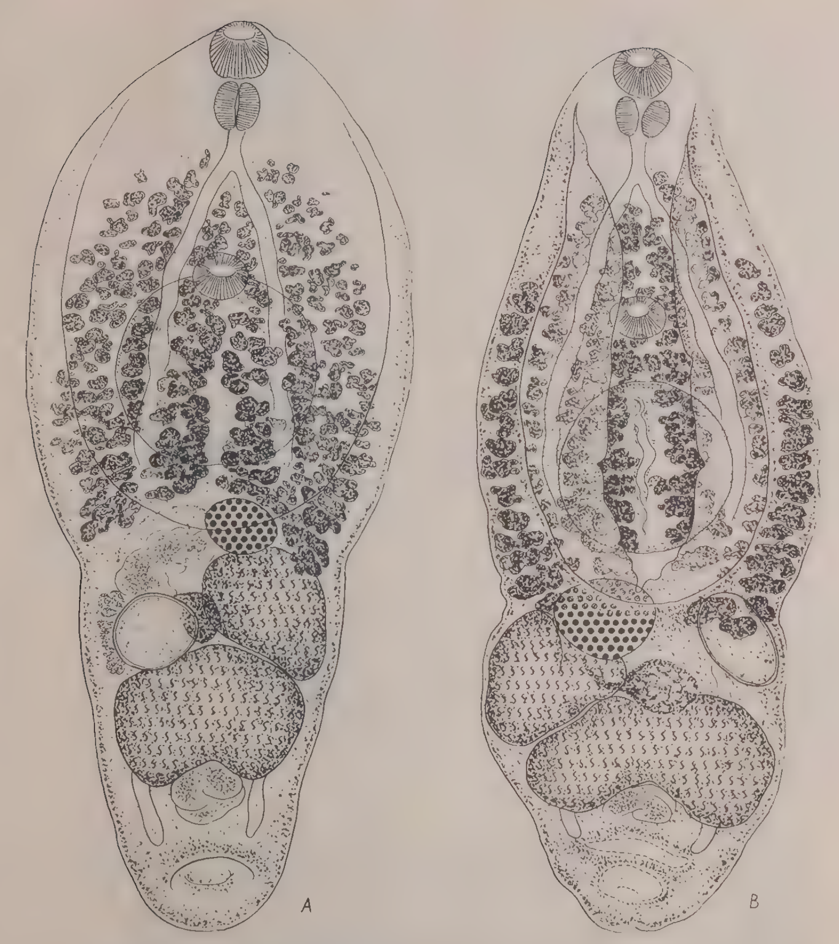


Fig. 3. Deux aspects de *Fibricola cratera* (Barker et Noll), de *Procyon lotor* L.
A. Hôte N° 7, 21 oct. 1945, East Lansing, Michigan ; matériel R. Rausch, dét. G. Dubois. Vue dorsale. Longueur 0,89 mm.
B. Angelina Co., East Texas, leg. A. C. Chandler ; déterminé comme *F. texensis* Chdl., paratype. Vue ventrale. Longueur 0.84 mm.

glandulaires (fig. 3) ; avec *F. minor* Dubois et *F. caballeroi* Cerecero, ils marquent le terme d'une évolution qui se traduit au surplus par le raccourcissement du segment postérieur et un élargissement du segment antérieur.

Comme nous l'avons dit, cette disposition des follicules vitellogènes du segment postérieur en deux traînées parallèles se retrouve dans une lignée alarienne jalonnée par *Enhydridiplostomum alarioides* (Dubois

1937), *E. fosteri* (McIntosh 1939), *Alaria pseudoclathrata* (Krause 1914) et *A. clathrata* (Diesing 1850). Ces quatre espèces, parasites de Loutres, constituent une série dans laquelle on peut aussi observer le retrait des vitellogènes du segment postérieur : chez la première, ils atteignent encore la bourse copulatrice ; chez la seconde, ils se terminent au bord antérieur du premier testicule ; chez les deux dernières, ils ne constituent plus que deux vestiges préovariens, « zwei kleinere, seitliche Zipfel » (Krause 1914, p. 197 et 203).

Ce retrait des vitellogènes est donc bien un phénomène général, une tendance évolutive caractérisant les *Alariinae*, et il s'effectue dans le segment postérieur le long de deux lignes parallèles correspondant à peu près au tracé des caeca. Il n'a pas lieu chez les Néodiplostomes d'Oiseaux, où la répartition des follicules est différente, comme nous l'avons vu.

Cette tendance à la concentration des vitellogènes dans le segment antérieur, en corrélation avec l'adaptation aux Mammifères, nous paraît très significative : elle justifie à notre avis l'idée d'une ségrégation des *Alariinae* à partir de lignées diplostomienne ou néodiplostomienne, inféodées aux Oiseaux (cf. Dubois 1944, p. 70). Une tendance aussi générale et une adaptation physiologique si évidente constituent deux caractères de premier ordre dans la systématique des *Diplostomatidae*, reléguant au second plan des caractères morphologiques tels que la présence ou l'absence d'un cône génital et la forme symétrique ou asymétrique du premier testicule (utilisés conjointement dans la subdivision des genres *Neodiplostomum* et *Diplostomum* [1]). C'est la raison pour laquelle nous maintenons la sous-famille des *Alariinae* Hall et Wigdor [2], qui réunit les Diplostomes de Mammifères, à côté de celle des *Diplostomatinae* Monticelli, dans laquelle se groupent les Diplostomes d'Oiseaux.

Nous remercions ici le Dr John C. Pearson, de l'Université de Queensland, qui nous a légué deux paratypes de son « *Neodiplostomum intermedium* », Mlle le Dr Dorothea F. Sandars, du « Queensland Institute of Medical Research », de qui nous avons reçu à l'examen quelques paratypes de *Fibricola sarcophila*, et le Dr Allen McIntosh, de l' « Agricultural Research Service », à Beltsville, MD., qui a mis obligeamment à notre disposition des types et cotypes de « *Neodiplostomum lucidum* » et de « *Proalaria variabilis* ».

[1] Cf. Dubois (1961) : « Le genre *Diplostomum* von Nordmann 1832 (Trematoda : Strigeida) ». *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 84 : 113-124

[2] Cette sous-famille vient de s'enrichir de deux nouveaux genres : *Procyotrema* Harkema et Miller 1959, à vitellogènes strictement limités au segment antérieur, et *Prudhoella* Beverley-Burton 1960, à vitellogènes se retirant du segment postérieur jusqu'au niveau du premier testicule — l'un réalisant complètement le retrait de ces glandes, dont le second exprime franchement la tendance.

Résumé

Les *Diplostomatinae* sans pseudo-ventouses (parmi lesquels le genre *Neodiplostomum* Railliet) et les *Alariinae* sans pseudo-ventouses (auxquels appartient le genre *Fibricola* Dubois) peuvent être distingués par des caractères morphologiques et biologiques aux stades cercaire, métacercaire et adulte. Les statuts des deux sous-familles et ceux des genres précités sont validés.

Zusammenfassung

Die *Diplostomatinae* ohne Pseudosaugnapf (unter ihnen die Gattung *Neodiplostomum* Railliet) und die *Alariinae* ohne Pseudosaugnapf (denen die Gattung *Fibricola* Dubois angehört) können durch morphologische und biologische Kennzeichen im Cercarien-, Metacercarien- und Erwachsenenstadium unterschieden werden. Das Bestehen der beiden Unterfamilien sowie dasjenige der vorgenannten Gattungen wird als gültig anerkannt.

Summary

The *Diplostomatinae* without pseudo-suckers (among which the genus *Neodiplostomum* Railliet) and the *Alariinae* devoid of pseudo-suckers (to which belongs the genus *Fibricola* Dubois) may be separated both on a morphological and a biological basis during the cercarial, metacercarial and adult stages. The status of both sub-families and that of the above mentioned genera remains valid.

BIBLIOGRAPHIE

Chandler, A. C. — (1932). Notes on the helminth parasites of the Opossum *(Didelphis virginiana)* in Southeast Texas, with descriptions of four new species. *Proc. U. S. Nat. Mus. Washington* 81 (16) : 1-15, 5 fig.

— (1942). The morphology and life cycle of a new Strigeid, *Fribricola texensis*, parasitic in Raccoons. *Trans. Amer. Micr. Soc.* 61 (2) : 156-167, pl. I (12 fig.).

Chandler, A. C. et Rausch, R. — (1946). A study of Strigeids from Michigan Mammals with comments on the classification of mammalian Strigeids. *Trans. Amer. Micr. Soc.* 65 (4) : 328-337, 4 fig.

Ciurea, I. — (1929). Sur une infestation parasitaire de la carpe causée par la métacercaire d'un trématode du genre *Neodiplostomum* Railliet. *Bull. Sect. sci. Acad. Roumaine* 12 (1-2) : 1-14, pl. 1-5 (11 fig.).

Dubois, G. — (1938). Monographie des Strigeida (Trematoda). *Mém. Soc. neuch. Sc. nat.* 6 : 1-535, 354 fig.

— (1944). A propos de la spécificité parasitaire des Strigeida. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 69 : 5-103, 14 tabl., 3 diagr., 2 fig.

Dubois, G. et Rausch, R. — (1950). Troisième contribution à l'étude des *Strigeides (Trematoda)* nord-américains. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 73 : 19-50, 16 fig.

Hoffman, G. L. — (1955). Notes on the life cycle of *Fibricola cratera* (Trematoda : Strigeida). *J. Parasit.* 41 (3) : 327.

— (1960). Synopsis of Strigeoidea (Trematoda) of fishes and their life cycles. *Fishery Bull.* 175 *of the U. S. Fish and Wildlife Service* 60 : 439-469, 37 fig.

Kozicka, J. — (1960). Metacercaria *Neodiplostomum pseudattenuatum* (Dubois, 1928) Dubois, 1932, syn. *Neodiplostomulum scardinii* Schulman (in Dubinin 1952). *Acta parasit. Polon.* 8 (24) : 369-377, 9 fig.

Krause, R. — (1914). Beitrag zur Kenntnis der Hemistominen. *Z. wiss. Zool. Leipzig* 112 (1) : 93-238, fig. A-C_3, pl. VI (8 fig.).

McIntosh, A. — (1939). *Diplostomum fosteri* n. sp. from a Panama Otter. *J. Parasit.* 25 (Suppl.) : 25.

— (1940). Some helminth parasites of the Panama Otter. *Ibid.* 26 (3) : 219-222, fig. A-F.

Park, P. J. — (1936). The miracidium of *Neodiplostomum lucidum* La Rue and Bosma. *Trans. Amer. Micr. Soc.* 55 (1) : 49-54, 7 fig.

Pearson, J. C. — (1959). *Neodiplostomum intermedium* n. sp. from the allied rat, *Rattus assimilis*, with remarks on the genera *Neodiplostomum* and *Fibricola* (Trematoda : Diplostomatidae). *Parasitol.* 49 (1-2) : 111-120, 8 fig.

Read, C. P. — (1948). Strigeids from Texas Mink with notes on the genus *Fibricola* Dubois. *Trans. Amer. Micr. Soc.* 67 (2) : 165-168.

Sandars, D. F. — (1957). A new Strigeid Trematode from an Australian Marsupial. *J. Helminth.* 31 (4) : 257-264, 1 fig., 1 carte.

INSTITUT DE ZOOLOGIE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL
Directeur : Professeur Jean G. Baer

ÉTUDES HERPÉTOLOGIQUES AFRICAINES III

par

JEAN-LUC PERRET[1]

AVEC 1 PLANCHE

1. La faune ophidienne de la région camerounaise

En 1897, Y. Sjöstedt, publiant les résultats scientifiques de son voyage au Cameroun, cite 50 espèces de serpents déjà connues dans ce pays. A l'époque de l'administration allemande, R. Sternfeld, dans deux travaux consécutifs (1907 et 1909), fait la synthèse des connaissances herpétologiques du moment, et sa liste d'ophidiens comporte 81 espèces. Il faut attendre ensuite jusqu'à 1951 pour avoir un nouvel essai de liste mise à jour : A. Monard, en effet, avec les résultats de sa mission zoologique au Cameroun, donne une liste de 110 serpents. Cependant, comme Villiers le dit dans sa critique (*Bull. I.F.A.N.* 1952, 14 : 1122), la nomenclature utilisée par Monard est surannée et ne tient pas compte de plusieurs monographies et revisions parues entre 1940 et 1950. Je trouve moi-même 14 espèces synonymes ou erronées, ce qui ôte presque tout intérêt à cette énumération.

Huit ans de recherches au Cameroun m'ont permis de découvrir quelques espèces nouvelles pour le pays et pour la science, ce sont :

Philothamnus (Chloropohis) ornatus Bocage	Cameroun oriental
Prosymna ambigua bocagei Boulenger	Cameroun oriental
Aparallactus lunulatus nigricollaris Chabanaud	Cameroun oriental
Naja melanoleuca subfulva Laurent	Savane méridionale
Psammophis elegans univittatus ssp. n.	Savane septentrionale
Atractaspis coalescens Perret	Cameroun occidental

[1] Recherches favorisées par l'octroi de la Bourse fédérale pour voyages d'études d'histoire naturelle.

J'ai récolté, en outre, deux races d'*Atheris squamigera*, dont l'une ne semble pas décrite mais la littérature, encombrée de plusieurs descriptions d'*Atheris* de la région Cameroun-Gabon, m'a empêché jusqu'ici de trancher la question. Je signale enfin les captures à Bangui, République Centrafricaine, de *Grayia tholloni*, *Psammophis subtaeniatus sudanensis*, *Gonionotophis granti*, dont la présence est nouvelle dans cette région d'Afrique.

Tenant compte des données de la littérature et de mes observations, je peux dresser une liste de 119 espèces, comprenant 5 formes non encore citées au Cameroun mais probables. J'ai récolté moi-même tous les genres sauf quatre : *Poecilopholis*, *Natrix*, *Dendrolycus* et *Elapsoidea* comprenant 5 espèces dans la région étudiée. A part le très commun *Typhlops punctatus*, mes récoltes en *Typhlopidae* et *Leptotyphlopidae* sont restées relativement pauvres, et il est a prévoir que des espèces de ces familles viendront s'ajouter à la liste des serpents du Cameroun.

Typhlopidae

Typhlops decorosus Buchholz et Peters	? localité
Typhlops buchholzi Peters	Ngaoundéré, Adamaoua
Typhlops steinhausi Werner [1] (= *batesi* Boulenger)	Sud forestier
Typhlops punctatus (Leach) *(sensu lato)*	Ubiquiste
Typhlops zenkeri Sternfeld (= *vernis* Boulenger)	Sud forestier
Typhlops rufescens Mocquard	Forme probable en savane orientale
Typhlops caecus Duméril et Bibron	Sud forestier

Leptotyphlopidae

Leptotyphlops narirostris (Peters)	Sud forestier
Leptotyphlops gestri (Boulenger)	Sud forestier

Boidae

Python sebae (Gmelin)	Savane et plus rarement en forêt
Python regius (Shaw)	Savane, dès la plaine de la Bénoué et plus au Nord
Calabaria reinhardti (Schlegel)	Sud forestier
Eryx m. muelleri (Boulenger)	Forme probable

[1] Les synonymies indiquées ne concernent que des espèces décrites de la région camerounaise.

COLUBRIDAE COLUBRINAE (Aglyphes)

Natrix a. anoscopus (Cope)	Ossidinge, Victoria, Cameroun britannique
Natriciteres fuliginoides (Günther)	Sud forestier
Natriciteres variegata (Peters)	Sud forestier
Natriciteres o. olivacea (Peters)	Savane
Hydraethiops laevis Boulenger	Sud forestier
Hydraethiops melanogaster Günther	Sud forestier et savane jusqu'à Ngaoundéré : lac Mbalam
Bothrophtalmus lineatus brunneus Günther	Sud forestier
Bothrolycus ater Günther (= *Pseudoboodon albopunctatus* Andersson) (= *Pseudoboodon brevicaudatus* Andersson)	Sud forestier
Boaedon virgatus (Hallowell)	Sud forestier par endroit et savane de lisière
Boaedon fuliginosus (Boie)	Savane
Boaedon olivaceus (Duméril)	Sud forestier
Boaedon l. lineatus Duméril et Bibron	Savane
Lycophidion irroratum (Leach)	Savane
Lycophidion laterale Hallowell	Sud forestier et savane
Lycophidion semicinctum Duméril et Bibron	Savane
Lycophidion capense ssp.	Savane
Dendrolycus e. elapoides (Günther)	Buéa, Cameroun britannique
Oophilositum fasciatum (Günther) (= *Lycophidion werneri* Mocquard)	Savane
Hormonotus modestus (Duméril et Bibron) (= *Alopecium vossi* Fischer)	Sud forestier
Gonionotophis brussauxi (Mocquard) (= *Gonionotus vossi* Boettger) (= *Simocephalus insignis* Chabanaud)	Sud forestier
Gonionotophis granti (Günther) (= *Simocephalus rostralis* Sternfeld)	Forêt et savane en lisière
Mehelya stenophtalmus (Mocquard) (= *Gonionotophis microps* Boulenger)	Forêt et savane en lisière
Mehelya poensis (Smith)	Sud forestier
Mehelya capensis savorgnani (Mocquard) (= *Simocephalus phyllopholis* Werner)	Sud forestier
Mehelya guirali (Mocquard)	Sud forestier
Mehelya riggenbachi (Sternfeld)	Ubac, Cameroun occidental ?
Philothamnus nitidus (Günther)	Sud forestier et savane de lisière
Philothamnus semivariegatus (Smith)	Savane
Philothamnus heterolepidotus (Günther) (= *Chlorophis* Hallowell)	Savane
Philothamnus i. irregularis (Leach)	Savane
Philothamnus heterodermus (Hallowell)	Sud forestier
Philothamnus carinatus (Andersson)	Sud forestier
Philothamnus ornatus Bocage	Savane orientale. Batouri
Gastropyxis smaragdina (Schlegel)	Sud forestier
Hapsidophrys lineata Fischer	Sud forestier
Thrasops flavigularis (Hallowell)	Sud forestier

Rhamnophis a. aethiopissa Günther (= *Thrasops splendens* Andersson)	Sud forestier
Rhamnophis batesi (Boulenger)	Sud forestier
Meizodon coronatus (Schlegel)	Savane
Prosymna meleagris laurenti Loveridge	Savane
Prosymna ambigua bocagei Boulenger	Savane orientale, Batouri
Scaphiophis a. albopunctatus Peters	Savane
Poecilopholis cameronensis Boulenger	Efoulan, Sud forestier
Grayia smithi (Leach)	Savane, plaine de la Bénoué
Grayia ornata (Bocage) (= *G. furcata* Mocquard) (= *G. striata* Sternfeld)	Sud forestier et savane jusque sur le plateau de l'Adamaoua
Grayia caesar (Günther)	Sud forestier
Grayia tholloni Mocquard	Probable en savane orientale

Colubridae Boiginae (Opisthoglyphes)

Boiga blandingi (Hallowell)	Sud forestier
Boiga pulverulenta (Fischer)	Sud forestier
Telescopus variegatus (Reinhardt) (= *Tarbophis* Fleischmann)	Savane, plaine de la Bénoué
Telescopus dipsadomorphoides (Ahl)	Buéa, Cameroun britannique
Dispholidus typus (Smith)	Savane, Adamaoua
Dipsadoboa d. duchesni (Boulenger)	Sud forestier
Dipsadoboa u. unicolor Günther	Forêt et savane en lisière
Dipsadoboa e. elongata (Barbour)	Sud forestier
Dipsadoboa isolepis Boulenger	Sud forestier
Crotaphopeltis h. hotamboeia (Laurenti)	Savane
Geodipsas d. depressiceps (Werner) (= *G. mapajensis* Andersson)	Sud forestier
Ramphiophis o. oxyrhynchus (Reinhardt)	Savane
Dromophis lineatus (Duméril et Bibron)	Savane
Dromophis praeornatus gribinguiensis Angel	Savane, plaine de la Bénoué
Psammophis s. sibilans (Linné)	Savane
Psammophis s. phillipsi (Hallowell)	Sud forestier
Psammophis subtaeniatus sudanensis Werner	Forme probable en savane orientale
Psammophis elegans univittatus ssp. n. [1]	Savane du Nord, Garoua, Maroua

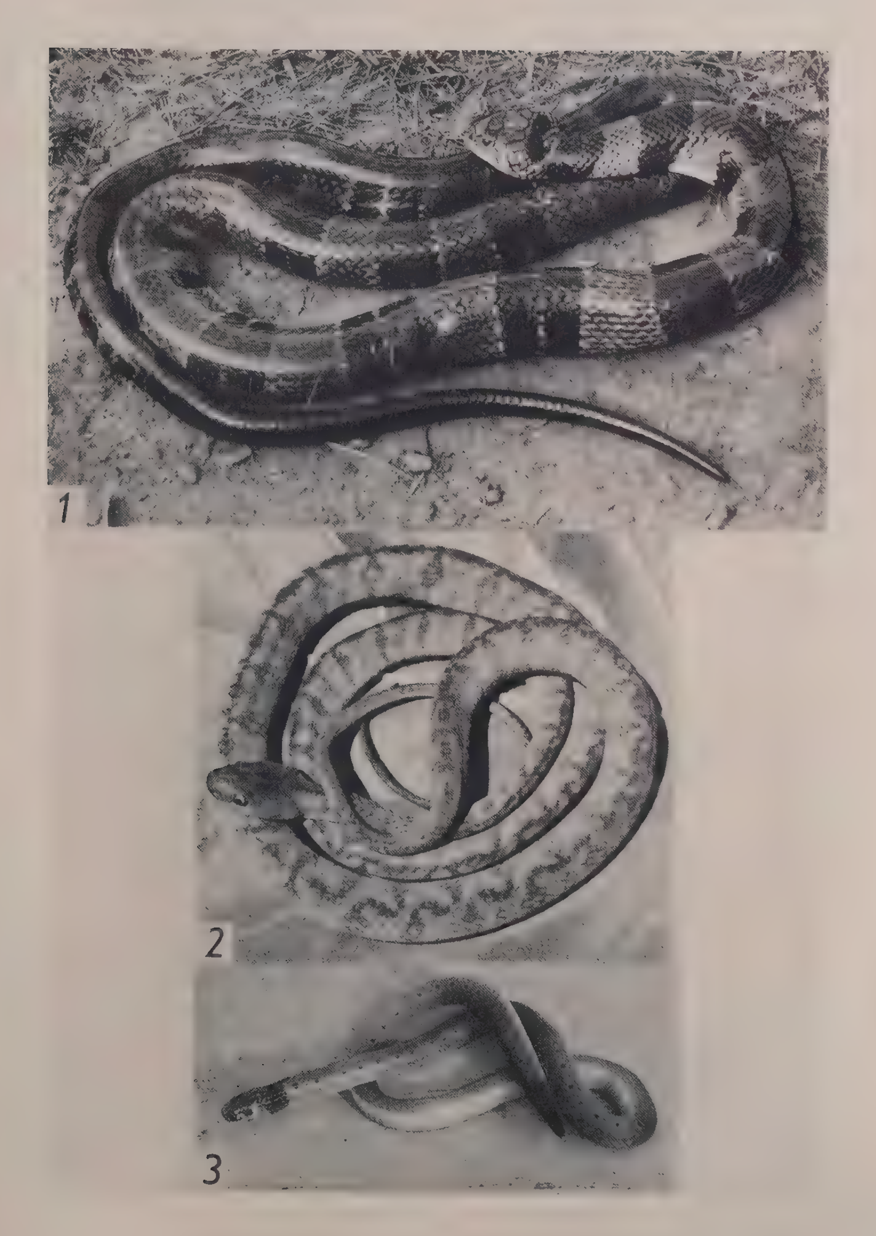
[1] D'une part, *Psammophis elegans* n'avait jamais été signalé plus à l'est que le Nigeria et, d'autre part, tous les spécimens récoltés ne possèdent que la bande vertébrale brune, mais aucune trace de raies latérales. Je propose le nom de *Psammophis elegans univittatus* ssp. n. pour désigner cette race qui me semble distincte. Holotype : 1 ♀ , Musée d'histoire naturelle de Genève, de Zidim, 50 km W de Maroua.

LÉGENDES DE LA PLANCHE II

Fig. 1. *Boulengerina annulata annulata* (Buchholz et Peters). Exemplaire ♂ adulte, de 2 m de longueur, capturé dans la rivière Sô, affluent du fleuve Nyong, forêt du Sud Cameroun.

Fig. 2. *Boiga pulverulenta* (Fischer). Exemplaire ♀ adulte, de 94 cm de longueur, capturé à Ngam/Sangmelima, forêt du Sud Cameroun.

Fig. 3. *Cynodontophis notatus aemulans* Werner. Exemplaire ♀ adulte, de 25 cm de longueur, provenant de Foulassi/Sangmelima, forêt du Sud Cameroun.



(Photos Perret)

Thelotornis kirtlandi (Hallowell)	Forêt et savane en lisière
Calamelaps u. unicolor (Reinhardt)	Forme probable en forêt et savane
Miodon g. gabonensis (A. Duméril)	Sud forestier
Miodon c. collaris (Peters)	Sud forestier
Miodon collaris brevior Witte et Laurent	Savane
Miodon griseiceps Laurent	Sud forestier
Polemon bocourti Mocquard	Forêt et savane limitrophe
Elapocalamus gracilis Boulenger	Sud forestier
Cynodontophis n. notatus (Peters)	Sud forestier occidental
Cynodontophis notatus aemulans Werner	Sud forestier oriental
Aparallactus m. modestus (Günther) (= *A. boulengeri* Werner) (= *A. peraffinis* Werner) (= *A. batesi* Boulenger)	Sud forestier
Aparallactus lunulatus nigricollaris Chabanaud	Savane orientale

COLUBRIDAE RACHIODONTINAE

Dasypeltis fasciata Smith	Sud forestier et savane limitrophe
Dasypeltis scabra (Linné)	Savane

ELAPIDAE (Protéroglyphes)

Elapsoidea laticincta (Werner)	Savane
Elapsoidea güntheri Bocage	Forêt et savane limitrophe
Paranaja multifasciata anomala (Sternfeld)	Sud forestier
Boulengerina a. annulata (Buchholz et Peters)	Sud forestier
Naja m. melanoleuca Hallowell	Sud forestier
Naja melanoleuca subfulva Laurent	Savane méridionale
Naja n. nigricollis Reinhardt	Savane, Adamaoua et plus au nord
Pseudohaje goldi (Boulenger)	Sud forestier
Dendroaspis j. jamesoni (Traill)	Sud forestier et savane limitrophe

VIPERIDAE (Solénoglyphes)

Bitis g. gabonica (Duméril et Bibron)	Sud forestier
Bitis nasicornis (Shaw)	Sud forestier
Bitis l. lachesis (Laurenti)	Savane
Echis carinatus (Schneider)	Savane septentrionale dès la plaine de la Bénoué
Atheris s. squamigera (Hallowell)	Sud forestier occidental
Atheris squamigera ssp.	Sud forestier oriental
Causus lichtensteini (Jan)	Sud forestier
Causus rhombeatus (Lichtenstein)	Savane
Atractaspis coalescens Perret	Savane élevée occidentale
Atractaspis i. irregularis (Reinhardt)	Savane
Atractaspis c. congica Peters	Sud forestier

Atractaspis dahomeyensis	Savane occidentale ?
Atractaspis boulengeri Mocquard	Sud forestier
Atractaspis aterrima Günther	Savane
Atractaspis r. reticulata Sjöstedt	Ekundu, Cameroun britannique
Atractaspis reticulata heterochilus Boulenger	Sud forestier
Atractaspis c. corpulenta (Hallowell)	Sud forestier et savane limitrophe
Atractaspis m. microlepidota Günther	Savane septentrionale

Remarques : Je signale que tous les exemplaires de *Rhamnophis a. aethiopissa* que j'ai récoltés ont non seulement le rang vertébral fortement caréné mais encore les deux derniers rangs d'écailles latérales, au moins dans la partie postérieure du corps. Dans la revision de Loveridge (1944), il est indiqué : « écailles lisses », sans autres commentaires. Mes observations montrent que la différence entre les genres *Rhamnophis* et *Thrasops* est insignifiante.

Les spécimens de *Dispholidus typus* du Cameroun ne se rapportent à aucune des races décrites par Laurent (1956), bien qu'ils se rapprochent de *D. typus viridis* de la zone soudanaise. Mon matériel présente des mâles verts, fortement striés de noir, et des femelles brun rouge. Deux taches noires elliptiques, légèrement obliques, situées latéralement de chaque côté du cou, sont très caractéristiques chez les deux sexes. Je propose le nom de *Dispholidus typus occidentalis* ssp. n. pour cette race nord-occidentale du Boomslang. Elle sera décrite après étude du matériel de l'I. F. A. N.

2. Corrigenda

Contrairement à ce que j'ai dit (Perret 1960), *acutirostris* étant préoccupé dans le genre *Rana*, ne peut plus être utilisé et *Hylarana acutirostris* (Parker) doit bien être remplacé par *Hylarana parkeriana* (Mertens) et, par suite, la sous-espèce du Cameroun que j'ai décrite devient : *Hylarana parkeriana longipes* Perret.

Il n'en est pas de même de *robusta* qui a été décrit directement dans le genre *Conraua* Nieden 1908, dont il est le type générique ; le nom *Conraua robusta* reste valide.

3. Addenda

Je viens de faire une capture tout à fait inattendue, à Soulédé, près de Mokolo, Nord Cameroun, d'un *Coluber* (genre non recensé au Cameroun) qui se rapproche beaucoup de *C. florulentus* Geoffroy Saint-Hilaire, mais qui a 25 rangs d'écailles au milieu du corps. Une revision de cette espèce et des formes voisines est en cours d'étude (Pasteur et Bons, Rabat) ; elle comprendra l'identification définitive de mon spécimen, mais d'ores et déjà on me signale *(in litteris)* que *Coluber hippocrepis* Linné est une espèce polytypique incluant les formes : *algirus*, *intermedius*, *florulentus*.

NOUVEAUX MÉLANGES GÉOLOGIQUES
1961

UNE DISCORDANCE INFRA-PORTLANDIENNE A LA SAGNE

(JURA NEUCHATELOIS, SUISSE)

par

ALEC BAER

Lorsque de La Sagne, dans la vallée des Ponts, on suit la route cantonale menant au Locle, à 4,5 km au SE de cette ville, on rencontre, à 400 m de la sortie du village, un chemin forestier de quelques centaines de mètres aboutissant à une grande carrière ouverte dans le flanc SE de l'anticlinal de Som Martel. On y exploite le Kiméridgien supérieur et le Portlandien inférieur [1].

En été 1958, le front d'exploitation, haut de 5 à 10 m à l'extrémité W, permettait d'intéressantes constatations. Dès l'entrée de la carrière, on était frappé par une discordance angulaire de la stratification, visible dans le haut de la paroi. Le pendage des couches en dessous et en dessus de la surface de discordance étant respectivement de 25° SE et 15-20° SE, la direction, dans les deux cas, oscille entre N 40 E et N 50 E. Le pendage des couches inférieures augmente d'ailleurs du N au S et atteint 40° SE au S de la paroi. La surface de discordance est soulignée par une zone rouge lie-de-vin qui lui est parallèle, à quelques décimètres en-dessous, et par une très frappante différence de composition de la roche de part et d'autre.

Dessous, il s'agit d'un calcaire jaune beige, finement oolithique, spathique. Sous le microscope, on voit un véritable sable calcaire, fait de quelques oolithes et de nombreux grains calcaires fortement arrondis (indice d'arrondi probable entre 0.4 et 0.6, classification de PETTIJOHN), accompagnés de quelques débris organiques également très usés. Le diamètre maximum des grains atteint 0,20 à 0,25 mm. Dessus, par contre, c'est un calcaire massif, clair, à grain très fin et parcouru en tous sens d'innombrables traces de vers, comme on en rencontre souvent, dans la région, à la limite du Portlandien et du Kiméridgien.

[1] Quelques poches de bolus sidérolithique à pisolithes ferrugineux et galets noirs y représentent la bordure NW extrême du faciès sidérolithique de l'Eocène jurassien.

Au cours de l'exploitation, environ 10 m² de la surface de transgression ont été mis à nu, ce qui a permis de l'étudier facilement. Elle se présente comme une grande dalle lisse, légèrement ondulée et bossuée. La couleur en est grise ou rousse, contrastant avec celle, plus claire, rencontrée dessous ; mais au microscope, la roche ne montre que très peu de différence. Tout au plus la compacité du sable est-elle plus faible, la calcite de recristallisation plus fréquente et les débris organiques plus nombreux.

On n'y rencontre ni « ripple-marks » typiques, ni fentes de dessication, mais, dans la partie SE surtout, des rides régulières, d'une vingtaine de centimètres de largeur et qui se prolongent à travers tout le champ visible. Leur direction varie de N 100 E à N 110 E ; elle est donc oblique aux lignes d'affleurement des têtes de couches qui sont, elles, à N 50 E et ne déterminent que rarement d'insignifiantes dépressions. La surface est partout très lisse, parsemée çà et là de trous circulaires d'un demi-centimètre de diamètre (traces éventuelles d'animaux fouisseurs ?) et représente probablement un haut-fond fossile.

Sur cette surface ancienne reposent par bancs de très nombreuses valves inférieures d'Exogyres (probablement *E. virgula* Defr.), d'un centimètre de diamètre environ et qui, toutes, ont leur face interne tournée vers le haut. La distribution des bancs semble tout à fait irrégulière et n'est en aucun cas parallèle à la direction des ondulations. Çà et là, sur la surface exposée, on trouve encore quelques dents de poissons (10 en tout, dont 2 longues et 8 rondes) de quelques millimètres de diamètre.

L'intérêt principal de cette surface de discordance est cependant la présence d'une quantité de galets bruns ou noirâtres, fixés à sa surface et non enfoncés, ce qui permet de les détacher pour les examiner. Leur disposition suit les ondulations de la surface, et les plus petits sont partout accumulés dans le fond des rides. Cette orientation est confirmée par les résultats d'une statistique établie en mesurant la direction du long axe de 133 d'entre eux. L'orientation générale est nettement N 100 E à N 120 E comme celle des dépressions (17,5 % des axes contre 11-12 % dans une autre direction quelconque). Leur dimension moyenne atteint celle d'un œuf, mais varie considérablement entre 0,5 et 25 cm. Ils sont donc très mal triés : les plus gros voisinent avec de très petits, et, dans l'ensemble, plus ils sont gros, plus ils sont arrondis. Ils paraissent, à première vue, subarrondis ou arrondis (échelle Pettijohn).

Une vingtaine d'entre eux a fait l'objet de mesures de forme qui ont porté sur l'indice d'aplatissement de Cailleux ($a + b : 2c$; a, b, c étant, en ordre décroissant, les trois axes mesurés perpendiculairement les uns aux autres), sur l'indice de dyssymétrie de Cailleux (AC : a ; C étant l'intersection des axes a et b, et A l'extrémité distale du galet par rapport à C) et sur la sphéricité ($d_n : D_s$; où d_n est le diamètre d'une sphère de même volume que le galet considéré, et D_s celui de la sphère qui le circonscrit).

L'indice médian d'aplatissement est 2,20 (celui d'une boîte d'allumettes serait 2,55) et l'indice médian de dyssymétrie est 0,62 (0,5 étant

celui d'une sphère). La sphéricité, enfin, est 0,62 (0,60 pour une boîte d'allumettes). Il s'agit donc d'éléments franchement aplatis, assez peu symétriques et de faible sphéricité.

L'examen des galets sous le microscope montre qu'ils sont formés soit d'un calcaire absolument analogue à celui du fond, la couleur mise à part, soit d'un calcaire grumeleux, très fin, de provenance inconnue.

D'après tout ce que l'on sait de la sédimentation du Jurassique supérieur de la région, ces éléments ne peuvent provenir que d'un remaniement plus ou moins lointain des couches du Kiméridgien supérieur. Leur provenance tout à fait locale se déduit de l'absence de tri (diamètre maximum variant de 0,5 à 25 cm), de la mauvaise sphéricité et de la dyssymétrie relativement élevée. De toute évidence, le transport a été court. Le fort aplatissement n'a rien d'étonnant s'il s'agit du remaniement de couches déjà stratifiées et représente bien plus une structure héritée qu'un effet d'usure. La composition des galets étudiés confirme ce que je viens de signaler. La couleur n'est pas un critère distinctif, car les brèches « à cailloux noirs » du Jurassique supérieur montrent le même phénomène.

L'accumulation des débris plus petits dans les dépressions peut aussi bien être le fait de courants que celui des vagues perpendiculaires aux rides. La deuxième possibilité semble la plus probable vu que l'épaisseur de l'eau était vraisemblablement faible.

La présence des bancs d'Exogyres fournit une précision intéressante sur la dureté atteinte par les calcaires peu après leur dépôt. On sait, en effet, que les Ostréidés vivent en eau propre et agitée, et qu'ils ne se fixent que sur un fond résistant. Comme on les rencontre également sur quelques-uns des plus gros galets, on doit conclure que tant le fond que les galets étaient déjà passablement consolidés lors de leur apparition. L'absence des valves supérieures pourrait témoigner également en faveur de l'agitation de l'eau.

On peut donc imaginer là un haut-fond ou peut-être les abords d'une côte, sans qu'il y ait pourtant trace d'émersion. La présence d'Exogyres sur cette surface indique que l'on se trouve presque à coup sûr à la limite du Kiméridgien et du Portlandien. Cette époque a été marquée ici d'abord par un basculement au SE de 5 à 20°, puis par la formation d'un haut-fond, conséquence vraisemblable du basculement, sur lequel se sont déposés les galets (probablement arrachés à un banc voisin à la suite du même mouvement), puis enfin les Exogyres. La sédimentation portlandienne débute ensuite par un mince niveau marneux de 4 à 5 cm de puissance, grâce auquel la conservation de la surface de transgression est si parfaite, puis se poursuit par des calcaires massifs à grain très fin. Ces observations confirment celles faites en de nombreux points du centre et de l'E du canton, selon lesquelles la fin du Kiméridgien correspond à une diminution générale de la profondeur marine.

INSTITUT DE GÉOLOGIE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL
Directeur : Professeur Eugène Wegmann

NOUVEAUX MÉLANGES GÉOLOGIQUES
1961

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DE LA ZONE DU DÉCROCHEMENT DE LA TOURNE

(JURA NEUCHATELOIS, SUISSE)

par

DENYS SCHWAAR

AVEC 9 FIGURES ET 1 CARTE

INTRODUCTION

C'est au cours de l'hiver 1958-1959 que, après un entretien avec M. le professeur E. Wegmann, nous nous sommes décidé à étudier pour sujet de travail de licence le grand décrochement de La Tourne, ainsi que les secteurs orientaux et occidentaux qui sont en relation plus ou moins directe avec celui-ci.

Ce travail couvre la majeure partie du plan d'ensemble de la commune de Rochefort au 1 : 5000 (mensuration cadastrale suisse 1949). Soulignons en passant la qualité du levé topographique des géomètres Chs. Matthey et R. Morf ; il nous a facilité par sa clarté notre travail de report.

Certaines observations, cependant, nécessaires à la compréhension de l'ensemble (surtout au point de vue tectonique) nous ont obligé à déborder nos limites à l'W et au NW de notre carte. Les cotes et noms relatifs à ces dernières régions sont ceux de la carte du Creux-du-Van («Atlas topographique de la Suisse» au 1 : 25.000, 1949). Quant à ceux se rapportant à la commune de Rochefort, ce sont ceux du plan d'ensemble au 1 : 5.000.

Le décrochement de La Tourne est une cassure qui coupe l'anticlinal de Solmont – La Tourne et celui de Mont-Racine. Le premier fait partie du deuxième pli du Jura neuchâtelois, en venant du S ; le second est la continuation vers l'E du nouvel anticlinal Plamboz – La Sagneule (troisième pli).

Méthodes de travail

Pour le levé de la carte géologique de la commune de Rochefort, nous nous sommes servi de la méthode des faciès, délaissant la paléontologie, celle-ci n'étant pas d'un secours assez grand dans les étages

qui nous ont occupé. Pourtant, dans le chapitre consacré à la stratigraphie, nous avons mentionné, chaque fois qu'il a été possible de le faire, les éléments susceptibles d'apporter des précisions paléontologiques.

Quant aux problèmes tectoniques, ils ont fait l'objet d'une étude basée sur des méthodes enseignées à l'Institut de géologie de Neuchâtel : mesures d'axes de plis, variations de leur direction et de leur plongement ; évolution des flancs anticlinaux et leurs particularités structurales (ondulations parallèles ou obliques) ; traces de mouvements (stries avec direction de plongement et déplacement relatif), diaclases, zones de brèches, etc. (cf. WEGMANN 1956, WEGMANN et SCHAER 1958).

Il a été fait large usage de la projection stéréographique (projection équiangle de Wulff). C'est à elle que nous devons la majeure partie des résultats d'ordre tectonique exposés dans notre travail.

Historique

En 1902 déjà. H. SCHARDT et Aug. DUBOIS, dans leur description géologique des gorges de l'Areuse, identifiaient la partie inférieure du décrochement de La Tourne qu'ils cartographiaient jusqu'au début de la Mauvaise-Combe. En 1925, E. FREI le localisait jusque dans sa partie moyenne, dans la Mauvaise-Combe et dans la Combe-Léonard. En 1937 enfin, H. SUTER en suivait la trace jusqu'à la vallée des Ponts-de-Martel lors de son étude sur la chaîne occidentale de Tête-de-Ran.

Les études géologiques entreprises par nous sur le territoire de la commune de Rochefort confirment les résultats partiels des auteurs susmentionnés : mais comme nous avons particulièrement poussé le côté tectonique de ce travail, ce n'est plus seulement la trace de cet accident qui nous a intéressé mais bien plus son mécanisme et son rôle stuctural.

CHAPITRE PREMIER

Stratigraphie

LE CALLOVIEN

C'est le niveau stratigraphique le plus bas que l'on puisse observer sur notre terrain où il n'est du reste représenté que par la Dalle nacrée. Celle-ci n'apparaît qu'en un seul affleurement : dans la combe de La Sagneule. On y distingue :

1° La Dalle nacrée inférieure formée de calcaire gris, échinodermique, à surface d'altération ocre roux. Elle se présente sous forme de bancs de 5 à 20 cm de puissance.

2° Une marne grise en feuillets.

3° La Dalle nacrée supérieure à même faciès que la Dalle nacrée inférieure.

Les conditions dans lesquelles apparaît la Dalle nacrée callovienne à La Sagneule ne permettant pas de mesurer la puissance de cet étage,

nous nous bornerons à l'estimer *in globo* à 40 m. Précisons toutefois que l'étage sous-jacent n'étant pas visible, ce chiffre ne représente qu'une valeur minimum.

Comme nous le verrons plus loin dans le chapitre consacré à la tectonique, la Dalle nacrée joue un grand rôle dans la morphologie non seulement par la plus grande résistance de ses bancs à l'érosion mais encore par son mode de plissement particulier, dû à sa position stratigraphique entre deux niveaux marneux.

L'argovien

Spongitien

C'est également dans la combe anticlinale de La Sagneule que l'on trouve les seuls affleurements de Spongitien de notre terrain. Il se présente sous son faciès habituel : alternance de bancs de calcaire gris clair et de marnes grises ou noirâtres, feuilletées ou noduleuses.

Les fossiles y sont rares et représentés principalement par des Ammonites dont l'état de conservation n'a pas permis l'identification. Un exemplaire de ces Ammonites a été trouvé entièrement transformé en oxyde de fer. Outre ces fossiles, signalons quelques spongiaires en forme de soucoupe évasée ouverte vers le haut.

Notons encore que l'Oxfordien manque car le Spongitien calcaire repose directement sur la Dalle nacrée. Il y a donc ici lacune stratigraphique et non pas tectonique. (Laminage, écrasement ou autre oblitération sont donc exclus !)

Argovien supérieur

La qualité des affleurements étant médiocre de par leur situation topographique et leur couverture végétale, nous nous bornerons à citer la présence de cet étage dans la combe de La Sagneule et celle du Cernil-de-la-Fontaine.

Atteint par l'érosion sur les faîtes anticlinaux, l'Argovien marque profondément la topographie et l'hydrographie.

En certains endroits, la terminologie locale permet de soupçonner la présence de l'Argovien pour peu que l'on veuille bien faire les rapprochements nécessaires. Le terme de « Cernil-de-la-Fontaine » tend à le prouver, de même que celui de « La Pacota » (Pacot = boue, terre très humide).

Les sources surgissent au contact de l'Argovien et du Séquanien et peuvent se perdre dans les éboulis ou les moraines (au besoin se mêler à des sources issues de telles formations) pour réapparaître plus bas dans les niveaux argoviens, comme c'est le cas à La Sagneule.

Le séquanien

Par la diversité de ses faciès typiques, le Séquanien est sans contredit le plus propice à l'établissement d'une carte géologique de détail. Avec les trois niveaux caractéristiques qu'on y observe, il s'avère aisé,

d'une part de placer ses limites précises avec l'Argovien et le Kiméridgien et, d'autre part, de distinguer le Séquanien inférieur du Séquanien supérieur. Ces niveaux sont de bas en haut :

	Argovien
1° Zone de polypiers	
	Séquanien inférieur
2° Oolithe nuciforme	
	Séquanien supérieur
3° Oolithe de Sainte-Vérène . . .	
	Kiméridgien

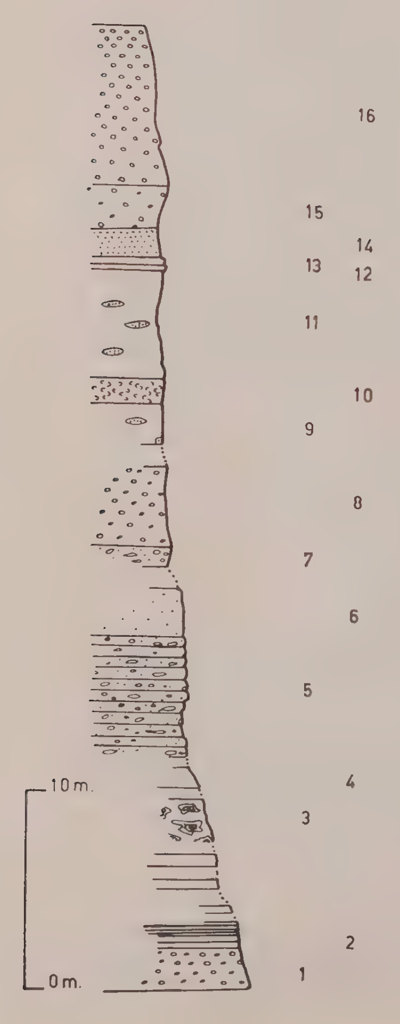


Fig. 1. *Profil stratigraphique du Séquanien supérieur à l'Arêtau.*

16. Oolithe blanche de Sainte-Vérène. Oolithes en relief et parfois détachables aisément du ciment. Surface d'altération caractéristique.
15. Oolithe brun tendre à ciment recalcifié.
14. Calcaire à oolithes mal différenciées du ciment, avec paillettes.
13. Calcaire très fin, compact, avec inclusions de calcaire à cassure esquilleuse. Nombreux débris de coquilles recristallisés.
12. Calcaire spathique jaunâtre à tiges de crinoïdes.
11. Comme 9.
10. Calcaire roux, coquiller, bréchifié.
9. Calcaire beige à taches rouille, compact, avec lentilles oolithiques bleues.
8. Oolithe jaune en relief dans ciment gris. 5,5 m d'éboulis.
7. Oolithe jaune beige non calibrée (∅ 0,3-8 mm).
6. Calcaire gris oolithique à ciment gris. Oolithes dispersées. 2 m d'éboulis.
5. Oolithe gris jaune mal calibrée (∅ 0,2-5 mm), avec prédominance de matériel fin (galets en soucoupe).
4. Calcaire gris compact. 3 m d'éboulis.
3. Oolithe nuciforme.
2. Calcaire compact, bien lité en bancs de 5-30 cm. 4 m d'éboulis avec banc de calcaire gris, marneux et oolithes rouges.
1. Oolithe jaunâtre à ciment gris et intercalations marneuses.

Séquanien inférieur

Rappelons que dans le Jura bernois, l'Argovien a déjà le faciès rauracien coralligène et qu'au-dessus de ces bancs repose directement le Séquanien inférieur (niveau à *Hemicidaris crenularis* Lam.). Or, que ce soit dans la combe de La Sagneule ou dans celle du Cernil de la Fontaine, on observe des formations coralligènes qui, d'après Schardt et Dubois (1902), semblent occuper dans les gorges de l'Areuse ce niveau à *Hemicidaris crenularis* Lam. ou lui être immédiatement subordonnées. Au-dessus viennent trois niveaux marneux séparés par des bancs de calcaire jaunâtre, oolithique ou compact. La disparition des intercalations marneuses marque la fin du Séquanien inférieur.

Signalons sur le chemin de La Grande-Sagneule à Cucheroud-Dessus, à l'altitude de 1305 m, un banc de calcaire dont la surface présente de nombreux piquants de *Cidaris* blanc jaunâtre.

En deux endroits différents, à savoir dans la falaise de calcaire compact gris (alt. 1235 m), sur le bord occidental de la combe de La Sagneule au-dessous du chemin menant au Grand-Cœurie, ainsi que dans un affleurement situé à quelques mètres à gauche du sentier reliant le Petit au Grand-Cœurie (alt. 1275 m) et également sous l'oolithe nuciforme, nous avons remarqué des lentilles de calcaire oolithique gris, assez fin, renfermant une importante proportion de petits cubes noirs de 1 à 2 mm d'arête. Une analyse faite par voie humide nous a permis d'identifier ces minéraux comme étant de la pyrite. Ces lentilles sont de dimensions réduites : environ 30 cm de largeur sur quelques centimètres seulement de hauteur.

Séquanien supérieur

C'est une succession de bancs calcaires qui débute par l'oolithe nuciforme, oolithe due à la fossilisation d'un certain type d'algue (Ziegler 1956).

Pour les faciès supérieurs il convient de se reporter au profil stratigraphique du Séquanien supérieur que nous a livré la coupe de l'Arêtau (fig. 1). A propos de l'oolithe de Sainte-Vérène, il arrive que ce niveau passe latéralement à une oolithe plus jaunâtre tout en gardant sa position stratigraphique.

Une poche où foisonnent des tiges de Crinoïdes a été découverte à 300 m au S des Cœuries-Chevilly, à l'angle extérieur NW du muret dans une ancienne tranchée militaire. Ces fossiles sont extrêmement nombreux et en parfait état de conservation.

Le kiméridgien

Les faciès du Kiméridgien sont très variés, du moins en détail ; il suffit de considérer le profil stratigraphique établi le long de la route de La Tourne pour s'en rendre compte (fig. 2) ; mais le fait qu'ils se répètent à n'importe quel niveau de l'étage empêche sérieusement

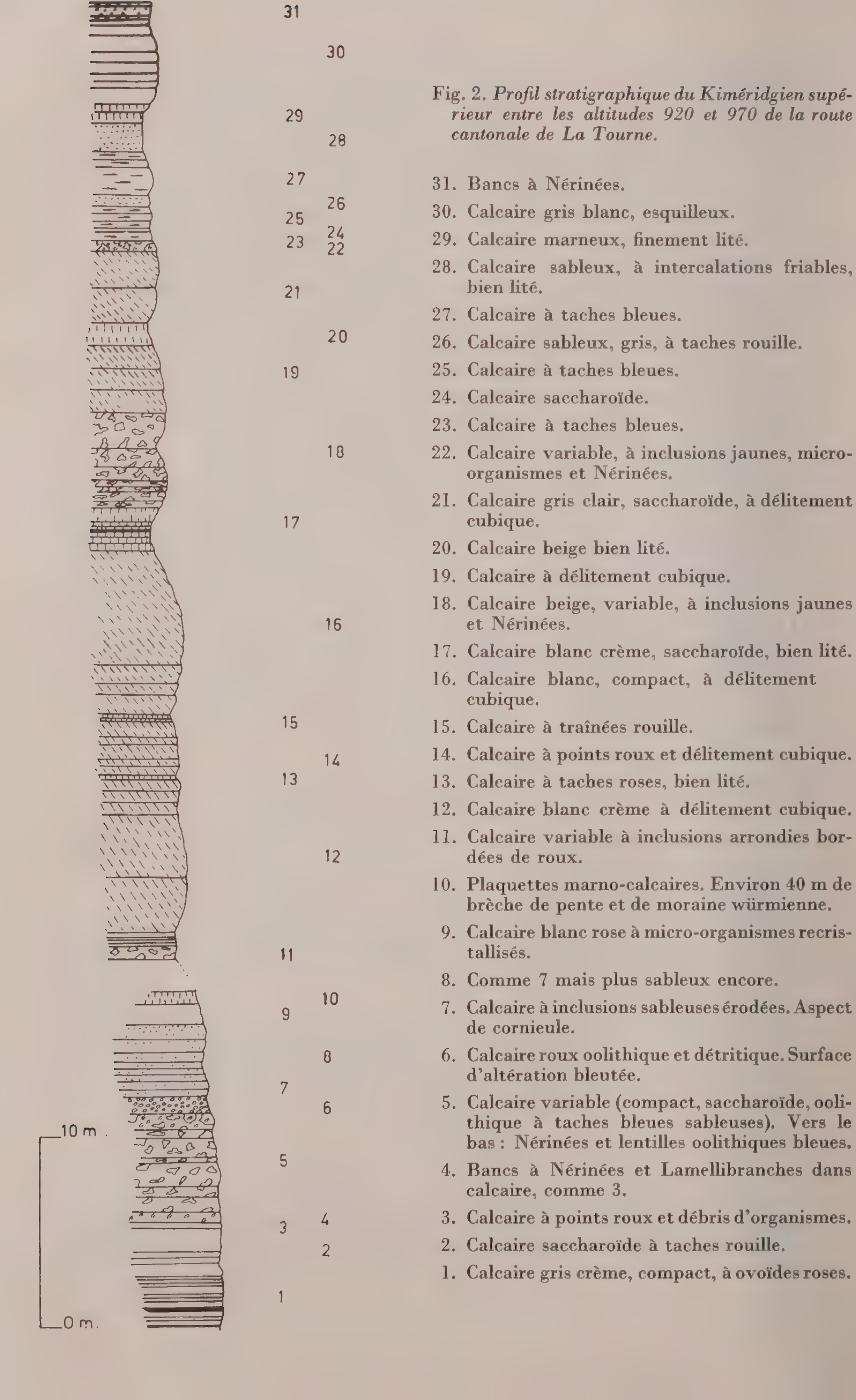


Fig. 2. *Profil stratigraphique du Kiméridgien supérieur entre les altitudes 920 et 970 de la route cantonale de La Tourne.*

31. Bancs à Nérinées.
30. Calcaire gris blanc, esquilleux.
29. Calcaire marneux, finement lité.
28. Calcaire sableux, à intercalations friables, bien lité.
27. Calcaire à taches bleues.
26. Calcaire sableux, gris, à taches rouille.
25. Calcaire à taches bleues.
24. Calcaire saccharoïde.
23. Calcaire à taches bleues.
22. Calcaire variable, à inclusions jaunes, micro-organismes et Nérinées.
21. Calcaire gris clair, saccharoïde, à délitement cubique.
20. Calcaire beige bien lité.
19. Calcaire à délitement cubique.
18. Calcaire beige, variable, à inclusions jaunes et Nérinées.
17. Calcaire blanc crème, saccharoïde, bien lité.
16. Calcaire blanc, compact, à délitement cubique.
15. Calcaire à traînées rouille.
14. Calcaire à points roux et délitement cubique.
13. Calcaire à taches roses, bien lité.
12. Calcaire blanc crème à délitement cubique.
11. Calcaire variable à inclusions arrondies bordées de roux.
10. Plaquettes marno-calcaires. Environ 40 m de brèche de pente et de moraine würmienne.
9. Calcaire blanc rose à micro-organismes recristallisés.
8. Comme 7 mais plus sableux encore.
7. Calcaire à inclusions sableuses érodées. Aspect de cornieule.
6. Calcaire roux oolithique et détritique. Surface d'altération bleutée.
5. Calcaire variable (compact, saccharoïde, oolithique à taches bleues sableuses). Vers le bas : Nérinées et lentilles oolithiques bleues.
4. Bancs à Nérinées et Lamellibranches dans calcaire, comme 3.
3. Calcaire à points roux et débris d'organismes.
2. Calcaire saccharoïde à taches rouille.
1. Calcaire gris crème, compact, à ovoïdes roses.

d'identifier à coup sûr un échantillon et encore plus de le situer à la hauteur qu'il devrait occuper dans l'échelle stratigraphique.

Les oolithes de la base du Kiméridgien sont extrêmement fines et, sur la cassure fraîche et sèche, il est malaisé de définir la nature oolithique de l'échantillon. Par contre, sur une surface humide, le doute tombe. Au contraire de l'oolithe de Sainte-Vérène, ces calcaires kiméridgiens montrent une corrosion plus poussée des oolithes elles-mêmes et une mise en relief du ciment autour de petites loges sphériques. La surface d'altération est d'une blancheur éclatante bien qu'à la cassure le calcaire soit plutôt gris.

Les fossiles sont trop pauvres pour nous venir en aide. Ça et là pourtant on rencontre des nids fossilifères importants de Nérinées accompagnées de nombreux Brachiopodes et Pélécipodes, gîtes qu'il serait téméraire de vouloir relier entre eux. Citons celui du tournant 965 sur la route Les Grattes – La Tourne et celui du tournant 1219 entre La Sagneule et Cucheroud-Dessous.

Une découverte intéressante est celle de *Cladocoropsis mirabilis* Felix, Spongiomorphides que E. Frei, en 1925, avait signalés dans le Kiméridgien supérieur sous le nom de Bryozoaires. Ces organismes ont été trouvés dans un banc de 30 cm d'épaisseur (alt. 1065 m sur la route de La Tourne), situé à environ 20 m sous le banc limite à Nérinées. Un autre niveau, le plus important, que A. Baer (1956) signale à 5 m sous les Nérinées, n'a pas été reconnu avec certitude. *C. mirabilis* ressort en relief sur les surfaces de corrosion. Les cassures fraîches sont peu propices à leur identification ; tout au plus remarque-t-on des bâtonnets ou des ellipsoïdes clairs, piqués de points plus sombres cristallisés.

Les Nérinées, elles, sont réparties tout au long de l'étage selon des proportions variables, sauf en deux niveaux importants dont le principal, en l'absence des marnes à *Exogyra virgula* Defrance, nous a servi de limite stratigraphique entre les étages Kiméridgien et Portlandien. Sur 105 cm de puissance, leur accumulation y est telle que leurs tests forment la majeure partie de la roche.

Sur tout notre territoire, le banc à Nérinées limite est un repère stratigraphique de premier ordre par sa constance spatiale et par la qualité souvent excellente de ses affleurements. A l'W, sur le flanc N du synclinal de La Tourne, vu le pendage redressé des couches (45° SE) et la grande résistance de cette formation à l'érosion, notre banc forme une véritable saillie dans le terrain et s'élève en un petit muret incliné. Puis, peu à peu, les couches diminuant d'inclinaison, il se met moins en évidence. Sur le flanc S de ce même synclinal, les affleurements sont aussi magnifiques mais pour d'autres raisons : les couches, étant à peu près parallèles à la topographie, apparaissent sous forme de grandes surfaces lapiésées comme c'est le cas en plus développé encore dans le secteur des Prés-Devant.

Il faut souligner encore la présence de deux niveaux de calcaire bleu (numéros 25 et 27 de la figure 2), assez épais, homogènes, dont l'oxydation à partir des diaclases vers l'intérieur ne laisse subsister de la couleur originelle que les parties les plus éloignées des plans de

cassures, les bords prenant alors une teinte grise. C'est la raison pour laquelle on a attribué à ces niveaux le nom de calcaires à taches bleues. Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire de rechercher une autre explication à ce phénomène que celle de l'oxydation du calcaire bleu à partir des plans à circulation d'eau, la relation entre les zones de décoloration et les diaclases, si petites soient-elles, est plus qu'évidente.

Le portlandien

Les trois faciès les plus répandus de cet étage sont les calcaires dolomitiques, les calcaires en plaquettes et les calcaires tachetés. Ces trois types ne constituent pas de bons repères stratigraphiques car ils se répartissent sans règle tout au long de l'étage.

Calcaires dolomitiques

Ce sont des calcaires dolomitiques saccharoïdes clairs, tirant parfois sur le jaune. Ils ne représentent pas forcément le sommet du Portlandien, puisqu'on en peut observer vers le milieu de l'étage. (On en trouve même au haut du Kiméridgien.)

Calcaires en plaquettes

On en rencontre trois niveaux importants dont le premier se place au-dessus du banc à Nérinées, le second à peu près au milieu de l'étage et le dernier à quelques mètres au-dessous du Purbeckien. Dans un secteur restreint, il est certain qu'on peut utiliser ces plaquettes comme repère, mais il semble hasardeux de s'y fier sur des distances importantes. Au point de vue pétrographique, ce sont des calcaires jaunes ou ivoire, très finement plaquetés (quelques millimètres à quelques centimètres d'épaisseur), avec de fréquentes intercalations marneuses formant placage.

Comme l'avait déjà remarqué A. Baer (1956) à Chaumont, ce banc de plaquettes (chez nous niveau inférieur) est surmonté par des brèches à cailloux gris ou noirs. De plus, sur notre terrain, ces brèches sont en rapport direct avec des calcaires à taches bleues (fig. 3).

Calcaires tachetés

C'est un faciès très répandu qui n'admet pas de définition stricte. On peut en effet y observer soit des taches jaunes, roses ou brunes, soit des traînées rousses ou encore des points de même couleur. On le rencontre surtout entre les deux premiers niveaux de plaquettes.

Quant aux fossiles, ils sont surtout représentés par des Nérinées et *Vaginella striata* C. (*organisme C.* Favre) qui apparaissent peu au-dessus de la limite Kiméridgien – Portlandien.

On remarque dans les magnifiques dalles de calcaires plaquetés des Grattes la présence de « ripple-marks » dont la direction dans le plan actuel de stratification est de 155°. Leur direction ramenée à l'horizontale est N 126 E.

Fig. 3. *Profil stratigraphique du Portlandien inférieur entre les altitudes 890 et 920 de la route cantonale de La Tourne.*

30. Calcaire gris violet pâle à inclusions sableuses et dolomitiques. Eboulis.
29. Plaquettes et marnes, alternativement.
28. Calcaire beige à traînées roses et jaunes.
27. Calcaire dolomitique.
26. Plaquettes.
25. Calcaire dolomitique tendre, blanc.
24. Calcaire brun.
23. Calcaire blanc, pulvérulent.
22. Calcaire blanc crème, bien lité.
21. Comme 19.
20. Marne.
19. Calcaire variable à organismes méconnaissables.
18. Calcaire à inclusions sableuses et Nérinées dispersées.
17. Plaquettes.
16. Marnes et calcaires roses, alternativement.
15. Calcaire à taches bleues.
14. Brèche à cailloux noirs et gris.
13. Calcaire à taches bleues.
12. Brèche à cailloux noirs et gris.
11. Calcaire à taches bleues.
10. Plaquettes.
9. Plaquettes marno-calcaires.
8. Comme 7 mais avec plaquettes non continues de marnes verdâtres.
7. Plaquettes dolomitiques friables.
6. Plaquettes.
5. Calcaire gris à taches rouille.
4. Petits bancs à intercalations marno-sableuses.
3. Calcaire saccharoïde, blanc crème.
2. Calcaire beige, à organismes méconnaissables et Nérinées.
1. Calcaire gris beige à traînées rouille.

10 m.

0 m.

Le purbeckien

Cet étage ne fournissant pas de bons affleurements n'a pas pu être étudié.

Le crétacé

Toutes les formations se rattachant à cet étage ont été considérées en bloc et cartographiées de même. Nous n'avons pas jugé utile d'en faire le profil stratigraphique, Schardt et Dubois (1901-1902) ayant traité assez en détail le Crétacé du synclinal de Rochefort.

brusquement pour prendre une inclinaison voisine de 40 SE qui va diminuant pour atteindre son minimum à Tablettes. Il amorce plus au NW une brusque descente vers le synclinal La Cour – La Tourne-Dessous avec des couches dont le pendage est proche de 40 NW sur 300 m environ ; il passe enfin subitement à une inclinaison de 15-10 NW qu'il conserve jusqu'à La Sauge.

A Tablettes l'anticlinal est caractérisé par un axe N 37 E ; 7 NE, mais plus au NE il devient N 19 E ; 10 NNE.

Synclinal La Cour – La Tourne-Dessous

On peut le suivre depuis les Alisiers à La Tourne-Dessous par le Thomasset et La Cour. Il plonge légèrement vers le NE de façon régulière, du moins dans le secteur qui nous occupe.

Ses flancs sont dyssymétriques car celui situé au SE descend régulièrement avec des couches peu inclinées passant de 15 NW aux Montus à l'horizontale aux abords de la route cantonale. Quant au flanc NW, il est redressé, montrant des pendages s'approchant de 60 SE. Cette dyssymétrie fait que l'axe synclinal est reporté au pied de l'anticlinal Plamboz – La Sagneule.

Au S de La Pourrie l'axe synclinal est N 55 E ; 3 NE mais subit une importante flexure là où le synclinal se termine, à l'E, puisqu'il devient N 84 E ; 5 E. Ce phénomène trouve son explication dans le plongement de l'anticlinal de La Tourne, qui fait se mouler le synclinal sur son flanc NW. L'accentuation du pendage des strates du flanc S du synclinal (causée évidemment par ce même plongement anticlinal), ajoutée à la moins grande inclinaison des couches situées sur le versant N, a pour effet de redonner au synclinal La Cour – La Tourne-Dessous une allure plus symétrique que dans sa partie occidentale.

C'est grâce à cette dépression tectonique qu'il est possible de voir à une altitude si élevée de magnifiques affleurements de Portlandien et particulièrement de plaquettes ; notamment 100 m à l'W du tournant coté 1103 et 40 m à l'W du point 1149 sur la route cantonale.

Anticlinal Plamboz – La Sagneule

C'est lui qui possède la plus grande extension sur notre territoire et celui dont l'importance structurale est capitale, puisqu'il fait le raccord vers La Sagneule entre les deux lèvres du décrochement. Cet anticlinal se poursuit en effet plus à l'E pour former la crête de Mont-Racine et les sommets dominant le Val-de-Ruz. C'est le relais qui prolonge la seconde chaîne du Jura après la disparition de l'anticlinal Solmont – La Tourne.

Un coup d'œil à la figure 4 montre l'évolution de cet anticlinal. Il ondule avec des valeurs normales comprises entre N 45 E et N 55 E. Les directions aberrantes N 38 E au Crêt Pettavel et N 39 E à La Martaine résultent du décrochement localisé entre ces deux points.

Quant à la montée axiale vers le NE, elle va décroissant depuis l'apparition de l'anticlinal à Brot-Dessus (21 NE) jusqu'à La Pourrie

(5 NE) où elle passe par son minimum. De là elle remonte progressivement pour atteindre 11 NE à La Sagneule.

Or on obtient au cœur anticlinal de La Sagneule la valeur élevée de 24 NE dans la Dalle nacrée callovienne (fig. 5). Nous ne l'avons pourtant pas englobée dans l'ensemble du pli car le Callovien, de par sa situation stratigraphique entre deux étages marneux : les marnes du Furcil (Bathonien supérieur) et les marnes du Spongitien (Argovien inférieur), peut montrer une plus grande individualité dans son mode de plissement que les autres étages du Malm. Cette autonomie est si marquée que la Dalle nacrée peut parfois montrer sur de courtes distances un axe perpendiculaire à celui du pli anticlinal auquel elle appartient (A. Baer, communication orale).

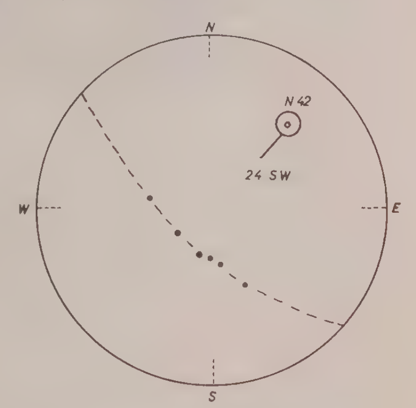


Fig. 5. *Direction et plongement axial dans la Dalle nacrée de La Sagneule.*

Synclinal Le Plandrion – La Frêtretat

C'est un synclinal accroché au flanc N de l'anticlinal Plamboz – La Sagneule et appuyé contre le repli anticlinal combe des Fontaines – La Pacota. Sa forme est dyssymétrique ; son axe est en effet reporté vers le N comme l'était celui du synclinal La Cour – La Tourne-Dessous.

C'est vers Le Plandrion que ce phénomène est le plus marqué car, depuis là et plus au NE, on assiste à la disparition progressive du synclinal. Son axe, de subhorizontal qu'il était jusqu'à La Chauvillière, marque une assez forte descente vers le NE, puisqu'il passe à N 10 NNE. Sa direction, elle, devient égale à N 30 et oblique de ce fait légèrement vers le N.

Des investigations poussées plus au NE montreraient probablement un « ennoyage » de notre synclinal sur le versant N normal de l'anticlinal Plamboz – La Sagneule, ne le laissant subsister qu'à l'état de replat ou du moins de bande de terrain à plus faible inclinaison que les couches situées plus haut et plus bas dans la topographie. Cette hypothèse est encore appuyée par l'« intégration » de l'anticlinal combe des Fontaines – La Pacota dans le flanc normal de l'anticlinal Plamboz – La Sagneule.

Anticlinal Combe des Fontaines – La Pacota

La forme de l'anticlinal Combe des Fontaines – La Pacota est celle d'un pli redressé au N où il présente des couches proches de la verticale (N 80 – 85 N), parfois même très fortement renversées à cause de chevauchements frontaux (voir chap. III et fig. 6).

Cette unité représente le dernier repli N de notre terrain. Il s'élève à l'E du point 1009 (Vers-chez-les-Brandt). Notre absence de mesures dans cette dernière zone ne nous permet de construire ni son axe ni sa montée axiale — bien que celle-ci doive être assez prononcée pour permettre au Séquanien d'affleurer là où nous l'avons trouvé. Mais sur la superficie qui couvre notre carte l'inclinaison axiale est peu marquée (fig. 4).

Nos observations s'arrêtant dans le secteur de La Pacota, nous ne pouvons pas décrire notre anticlinal plus avant. Disons cependant qu'il est fort probable qu'il se soude à l'anticlinal Plamboz – La Sagneule, le synclinal Le Plandrion – La Frêtretat ayant disparu. Ce n'est plus alors qu'un genou dans le flanc normal de l'anticlinal principal.

Quant à sa direction, elle est constante, puisqu'elle est N 36 NE, N 39 NE et N 38 NE en allant d'W en E.

CHAPITRE III

Analyse tectonique du secteur de La Tourne

Sur la majeure partie de notre territoire, la qualité des faciès - limites utilisés nous a permis de localiser au mieux les failles, décrochements et autres accidents tectoniques. Cependant, le décrochement de La Tourne ayant particulièrement sollicité notre attention, il fait l'objet d'un chapitre entièrement consacré à lui (chap. IV).

Chevauchements

Nous n'en avons observé que dans le flanc N redressé de l'anticlinal combe des Fontaines – La Pacota. Il s'agit de petits chevauchements localisés le long de la route cantonale des Petits-Ponts entre les points 1027 et 1093. Ils se superposent à des zones de brèches limitées par des couches basculées vers le N en position anormale ; c'est ce que nous avons appelé « éclatement » (fig. 6). Ces phénomènes se produisent

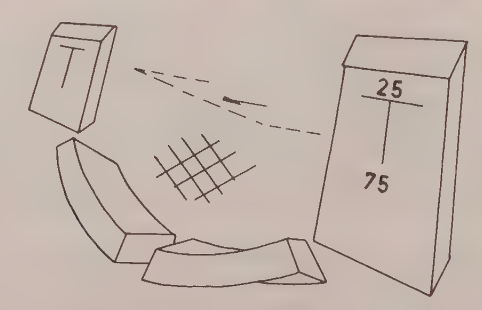


Fig. 6. *Chevauchement et « éclatement » (schématisé).*
Pointillé = plan de chevauchement strié.
Hachures = zone de brèche.

sur des distances réduites de l'ordre de 10 m. Les plans de chevauchement, légèrement inclinés vers le S, portent des stries perpendiculaires aux couches — en direction — et non pas à l'axe anticlinal. Les compartiments supérieurs se sont toujours déplacés vers le N par rapport aux compartiments inférieurs qu'ils ont bréchifiés et éventrés.

Failles

On en voit trois dans la région de la combe des Fies et du Plandrion. La cartographie de la limite supérieure du Séquanien seule permet de préciser la nature des mouvements qui ont affecté cette région. En effet, dans la combe des Fies qui retient surtout notre attention, aucune trace de stries n'est plus observable et seules peuvent être mesurées les directions principales de cassure (N 142 E vertical – N 140 E ; 75 SW). Au Plandrion cette direction est N 150 E vertical.

Ces deux systèmes du Plandrion et de la combe des Fies délimitent un secteur tectoniquement plus élevé que ses prolongations occidentale et orientale (voir planche). C'est à la combe des Fies que ce phénomène est le plus marqué et que le rejet vertical est le plus fort car on voit sur la lèvre NE de la faille affleurer le Kiméridgien sur l'oolithe de Sainte-Vérène, alors qu'en face, sur la lèvre SW, on arrive à des faciès du Séquanien moyen. On trouve même dans la forêt située au N du Plandrion de très beaux récifs coralliens, qui font penser à ceux de la base de l'étage. Vu les pâturages recouvrant cette région nous ne pouvons pas donner à ces coraux leur position stratigraphique, mais, comme ils ne semblent pas appartenir au Séquanien supérieur, le rejet minimum de la faille peut donc être estimé à 40 m à la combe des Fies. Toute cette zone de mouvements est soulignée par une combe partant de l'hôtel de La Tourne et pouvant se suivre sur notre terrain jusqu'à la Porte-Ronde.

Décrochements

On distingue des décrochements obliques et d'autres perpendiculaires à l'axe des plis. Les premiers (à part le décrochement de La Tourne — voir chap. IV) ont peu d'importance et se réduisent le plus fréquemment à des zones montrant une direction principale de fracture mais rarement des zones de brèches. Les seconds sont les plus importants par le nombre mais non par la valeur de leur rejet, qui est très limitée ; de plus, leur trace est rectiligne. Ces deux observations les opposent ainsi au décrochement de La Tourne au tracé sinueux et à fort rejet. Ces faits ont aussi été observés par A. Baer (1959) dans la chaîne de Tête-de-Ran.

Notons en passant que des affleurements montrant une direction de cassure préférentielle ou unique peuvent être soulignés suivant les conditions topographiques par la formation de lapiés. (L'eau ne suivra plus la ligne de plus grande pente comme c'est le cas pour un calcaire non débité, mais s'infiltrera dans les cassures en les élargissant et les surcreusant.)

De tous les décrochements visibles sur notre planche, nous n'en retiendrons que deux : tout d'abord celui qui débute au point 1168 (Prés-Devant) et se poursuit jusqu'à Cucheroud-Dessus suivant une direction N 140 E. Dans sa trace s'est installée une combe étroite, herbeuse, où ne subsistent que peu d'affleurements. Aucune brèche n'y a été observée. Cependant ce décrochement marque une transition importante dans la direction des couches. En effet, au SW, leur direction est encore voisine de N 60 E, alors qu'au NE elle est proche de N 30 E. Cette région est donc importante puisqu'elle marque le premier changement de direction du flanc S de l'anticlinal de Mont-Racine et le début de l'ouverture du synclinal du Val-de-Ruz.

Quant au second décrochement retenu, c'est celui de la route des Petits-Ponts entre La Cour et le point 1127. Il présente toutes les qualités d'un décrochement typique :

1° la variation de direction de l'axe anticlinal sur ses deux lèvres :

Axe Vauchère	(SW)	N 55 E,
Axe Crêt-Pettavel		N 38 E,
Axe La Martaine		N 39 E,
Axe Sur-Plamboz	(NE)	N 50 E ;

2° des plans de diaclases striés avec mouvement relatif (N 120-130 E : subverticaux — les compartiments NE sont allés vers le NW) ;

3° de nombreuses zones de brèches tectoniques, sans oublier encore une forte dépression parallèle au décrochement, soulignée dans son fond par une série de dolines importantes.

Comme nous n'avons pas de repères stratigraphiques sur la lèvre SW de ce décrochement, nous ne pouvons préciser la valeur de son rejet. Cependant, nos observations laissent supposer qu'il est faible, et la courbure en « crochon » de l'anticlinal, de par son type souple, n'est pas faite pour l'augmenter.

Diaclases

Nous n'en avons pas fait de mesures systématiques sinon aux alentours du tournant coté 1103 de la route cantonale. On y voit prédominer les systèmes N 145 E et N 05 E sur les systèmes N 90 E et N 35 E. Nos observations ont de plus permis de donner un âge relatif à plusieurs systèmes de diaclases. Ainsi le système N 05 E est en règle générale antérieure à N 145 E et postérieur à N 90 E.

Signalons dans ce paragraphe consacré aux diaclases la découverte, faite au printemps 1960 par les spéléologues bérochaux dirigés par M. Antonietti de Saint-Aubin, d'une grotte sise dans la paroi de Kiméridgien dominant le tournant 1004 de la route de La Tourne. Ce réseau souterrain se compose de trois grandes salles complexes que des étranglements ou des paliers subdivisent en plusieurs chambres.

La première salle est à —19 m par rapport à la route, la seconde à —25,5 m et la troisième, avec ses deux chambres allongées, à —43,5 m et à —38,5 m.

Une visite organisée par M. Antonietti le 18 août 1960 nous a permis de mesurer les plans de cassures qui délimitent les parois des différentes salles. Ce sont les mêmes qu'en surface à savoir :

N 165 E ; vertical / N 90 E : vertical N 175 E – N 30 E ; 80 E, 85 E, vertical, 80 W. Il s'y ajoute cependant les systèmes :

N 45 E ; 80 SE / et N 125 – N 145 E ; 75 SW, 80 SW et 85 NE.

Nous tenons à remercier ici M. Antonietti de son amabilité.

CHAPITRE IV

Le décrochement de La Tourne

C'est un décrochement oblique à l'axe des plis anticlinaux. Ses rejets horizontaux et verticaux sont importants. De plus son tracé n'est pas rectiligne. Dans sa partie méridionale il se coude assez brusquement vers le SW et semble passer à un chevauchement. En effet, d'après des observations anciennes non publiées, il semblerait que le Malm du flanc S de l'anticlinal de La Tourne chevauche le Crétacé du flanc N du synclinal de Rochefort. (La galerie qui s'enfonce en direction de la montagne depuis La Nantillère étant malheureusement comblée, il a été impossible d'y prendre des mesures qui auraient pu être décisives.)

C'est dans la partie S du décrochement que les observations sont les plus frappantes. En effet l'anticlinal Solmont – La Tourne et le synclinal La Cour – La Tourne-Dessous ne se prolongent pas sur l'autre versant de la combe Léonard. Plus au N, au contraire, le style structural redevient le même de part et d'autre du décrochement (suite normale de l'anticlinal Plamboz – La Sagneule).

Le tableau suivant aide à la comparaison de l'évolution des deux lèvres de cet accident tectonique :

Lieu	*Lèvre occidentale*		*Lèvre orientale*	
Rochefort-Dessus	Portlandien	N 45 E : 80 SE	Néocomien	N 40 E ; 45 NW
alt. 840-900	Kiméridgien	N 40 E ; 80 SE	Néocomien	—
Arêtau	Séquanien	—	Crétacé moyen horizontal	
Arêtau-Chaumes	Séquanien	N 30 E ; 45 SE	Néocomien	N 50 E ; 60 SE
Chaumes	Séquanien	N 20 E ; 40 SE	Portlandien	N 70 E ; 30 SE
alt. 940-960	Séquanien	N 125 E ; 17 NE	Kiméridgien	N 60 E ; 25 SE
alt. 960-990	Kiméridgien	N 70 E ; 30 SE	Kiméridgien	N 80 E ; 35 S
alt. 990-1200	Séquanien	N 50 E ; 28 SE	Kiméridgien	N 40 E ; 10 SE
alt. 1200-1220	Argovien	N 95 E ; 15 S	Kiméridgien	N 40 E ; 18 SE
La Sagneule	Argovien	—	Séquanien	N 40 E ; 55 SE
alt. 1260-1245	Argovien	N 80 E ; 35 S	Argovien	—
alt. 1245-1255	Dalle nacrée	N 60 E ; 50 SE	Argovien	—
alt. 1255-1260	Dalle nacrée	N 35 E ; 50 SE	Dalle nacrée	N 50 E ; 55 SE

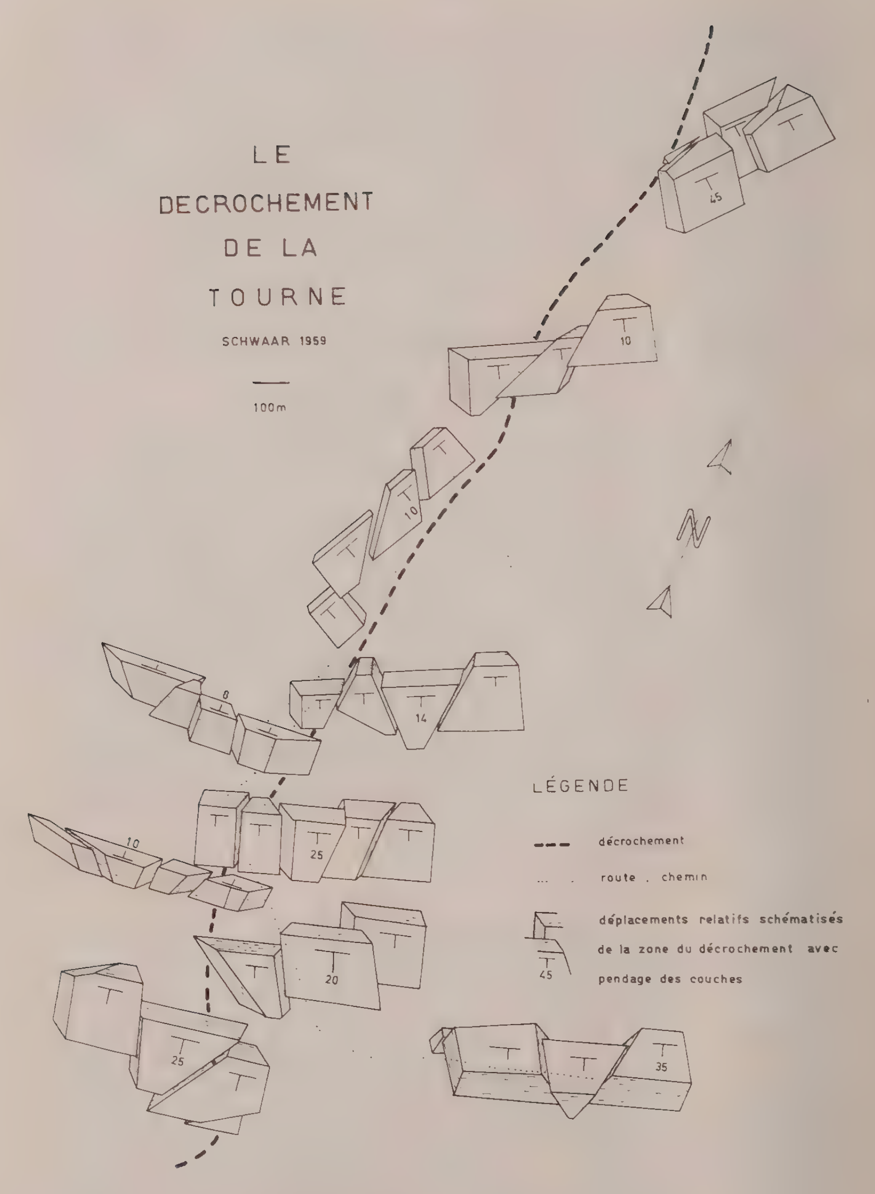


Fig. 7. *Le décrochement de La Tourne (schématisé).*

Bien que la trace du décrochement soit nette, elle s'accompagne sur ses deux lèvres de zones ayant fortement réagi aux mouvements. C'est la raison pour laquelle on peut observer de nombreux compartiments striés de part et d'autre du décrochement. C'est la représentation schématique des mouvements qui ont affecté ces deux lèvres du décrochement que tente de représenter notre figure 7. On y peut voir une tendance marquée à un déplacement vers le N des compartiments E, bien que les mouvements inverses ne soient pas à négliger.

Dans la série de diagrammes construits dans le secteur du décrochement il a été possible de remarquer que les mouvements à composante oblique sont aussi fréquents que ceux à composante subhorizontale. Pris en bloc, on ne peut pas leur donner une importance relative, mais la découverte capitale de plans à stries superposées laisse entrevoir une solution au problème.

En effet, tout au long de la route cantonale entre les altitudes 925 (carrière) et 970 (tournant), nous avons découvert deux systèmes de stries superposées (fig. 8 et 9) qui prouvent que le décrochement de

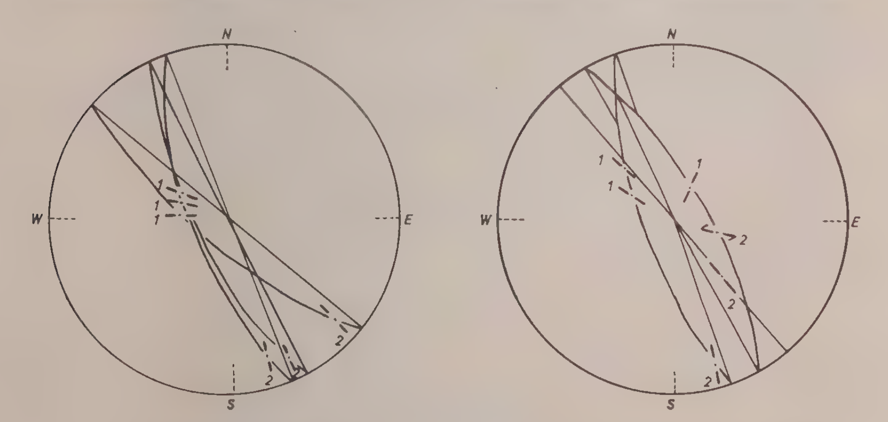


Fig. 8. *Diaclases à stries superposées* (alt. 940-950 m, route cantonale).

Fig. 9. *Diaclases à stries superposées* (alt. 930 m, route cantonale).

La Tourne a été précédé par une faille dont l'importance a certainement été aussi grande que le décrochement lui-même, si ce n'est plus. La partie E s'est affaissée (mouvement relatif). De plus ce phénomène est plus marqué au S qu'au N. Tout dans l'anomalie des contacts sédimentaires bordant le décrochement tend à le prouver.

La faille n'est probablement pas étrangère à la descente axiale de l'anticlinal de La Tourne dans sa partie E, dont l'inclinaison passe de N 7 N à Tablettes à N 10 N au NNW des Chaumes ; de même que le décrochement entraîne le changement de direction de ce même axe, lequel passe de N 37 NE à l'Arêtau à N 19 NNE au-dessous du tournant coté 1103 de la route cantonale de La Tourne.

Nous avons pu réunir un certain nombre de ces plans à stries superposées. On y observe toujours un système dans la plus grande pente ou presque et un second qui coupe le premier sous un angle variable, parfois faible, mais parfois aussi perpendiculaire. Dans la majorité des cas le mouvement de faille a précédé celui de décrochement.

Le décrochement proprement dit est particulièrement bien observable dans la Dalle nacrée de La Sagneule, où son rejet atteint 80 m. Le compartiment E est allé vers le N suivant un plan de glissement N 170 E subvertical, que souligne une dépression dans les calcaires échinodermiques du Callovien. Cet accident est accompagné de trois autres petits décrochements de même direction, visibles plus au SW. Le premier est N 160 E, le deuxième et le troisième N 170 E. Dans chaque cas le compartiment E est allé vers le N. Leur rejet est respectivement de 10, 20 et 50 m du SW au NE.

En résumé il semble bien prouvé que le décrochement de La Tourne se double d'une importante faille qui l'a précédé. Cette faille, accusant un plus grand déplacement vertical relatif dans sa partie méridionale (affaissement du compartiment E), a probablement créé une zone de moindre résistance dans laquelle s'est tout naturellement concentré le décrochement principal.

Au point de vue du Jura en général, peut-on constater ailleurs ces deux mouvements superposés ? Y montrent-ils la même succession chronologique et ne pourrait-on pas être amené à distinguer une phase primaire de failles et une phase secondaire de décrochements, la première ayant orienté la seconde suivant des directions privilégiées ? Voilà quelques questions qui mériteraient réponse dans le cadre de la tectonique du Jura.

BIBLIOGRAPHIE

Baer, A. — (1956). Contribution à la stratigraphie de Chaumont (Jura neuchâtelois). *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 79 : 71-88, 3 fig., 1 pl.

— (1959). L'extrémité méridionale du décrochement de La Ferrière (Jura neuchâtelois, Suisse). *Ecl. Geol. Helv.* 52 (2) : 875-879, 1 fig.

Frei, H. — (1925). Zur Geologie des südöstlichen Neuenburger Jura. *Mat. carte géol. Suisse* (n. s.) 55 (3) : 1-98, 17 fig., 3 tabl.

Rollier, L. et Favre, J. — (1910). Carte géologique des environs du Locle et de La Chaux-de-Fonds 1 : 25.000. *Mat. carte géol. Suisse*, carte spéc. N° 59.

Schardt, H. et Dubois, Aug. — (1902). Description géologique des gorges de l'Areuse. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 30 : 195-348, 4 pl., 20 fig., 1 carte géol.

Suter, H. — (1937). Zur Geologie der westlichen Tête-de-Ran — Kette im Neuenburger Jura. *Ecl. Geol. Helv.* 30 (1) : 25-34, 1 pl.

WEGMANN, E. — (1956). Note sur quelques mécanismes des plis jurassiens. *Verh. Kon. Nederlandsh Geologisch Mijnbowkundig Genootschap*, geol. Ser., deel 16, gedenkboek H. A. Brouwer, 414-419, 2 fig.

WEGMANN, E. et SCHAER, J.-P. — (1957). Lunules tectoniques et traces de mouvements dans les plis du Jura. *Ecl. Geol. Helv.* 50 (2) : 491-496, 3 fig.

ZIEGLER, P. A. — (1956). Geologische Beschreibung des Blattes Courtelary. *Mat. carte géol. Suisse* (n. s.) 102, 17 fig., 12 tabl.

Résumé

Ce travail traite de la géologie du secteur de La Tourne (Jura neuchâtelois, Suisse). Dans une première partie consacrée à la stratigraphie, l'auteur décrit les faciès du Jurassique supérieur. Il analyse ensuite en détail l'évolution structurale de la région. De nombreuses mesures de stries sur les plans de cassures ont montré que le grand décrochement de La Tourne a été précédé d'une faille assez importante. L'abaissement relatif du compartiment oriental a été suivi de son déplacement vers le N.

Zusammenfassung

Diese Arbeit behandelt die Geologie des Gebietes von La Tourne (Neuenburger Jura, Schweiz). In einem ersten Teil, der der Stratigraphie gewidmet ist, beschreibt der Verfasser die Fazies des oberen Jura. Er analysiert hierauf eingehend die Strukturentwicklung der Gegend. Zahlreiche Messungen von Streifen auf den Bruchebenen haben gezeigt, dass der grossen Verschiebung von La Tourne ein ziemlich bedeutender Bruch vorangegangen ist. Der relativen Senkung des östlichen Teiles folgte eine Bewegung gegen Norden.

Summary

The paper deals with the geology of La Tourne and district (Neuchâtel Jura, Switzerland). In a stratigraphical chapter, the author describes the facies of the Upper Jurassic. A detailed analysis of the stuctural evolution of the region is given. Numerous measures of striations occuring on the fractures planes show that the great horizontal shifting of La Tourne was preceded by a rather important fault. The downfall of the eastern part was followed by its displacement in a northernly direction.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES EN 1960 A L'OBSERVATOIRE CANTONAL DE NEUCHATEL

par

WALTER SCHULER

AVEC DIAGRAMME A LA FIN DU VOLUME

L'année 1960 se distingue de façon très désavantageuse par son manque d'insolation, par un été froid et très pluvieux et par le mauvais temps de tout son second semestre.

Comme quatrième année de suite, 1960 présente malgré tout un bilan calorifique favorable. La moyenne annuelle de la température : 9°,5, dépasse de 0°,3 la valeur normale. Le premier semestre n'a que des températures mensuelles supérieures aux valeurs normales correspondantes, et sa température moyenne dépasse de 1°,1 la valeur normale. Par contre, à l'exception de novembre, tous les mois du second semestre ont une température déficitaire. C'est le mois de novembre qui présente le plus grand excès de toute l'année : 2°,2, suivi de février et mai (excès : 1°,6), de mars (1°,5) et de juin (1°,1). Le plus grand déficit : 2°,3, revient au mois de juillet, suivi de septembre (1°,9) et d'août (1°,2). Les écarts des quatre mois restants : excès pour janvier et avril, déficits pour octobre et décembre, sont inférieurs à 1°.

C'est donc surtout l'été qui a manqué de chaleur, mais son déficit a été comblé par un hiver et un printemps très doux.

N'ayant pas connu de véritables chaleurs estivales, l'année 1960 présente un maximum de température qui est le plus bas depuis vingt ans : 28°,6, enregistré le 18 juin. Le minimum : —12°,8, date du 14 janvier.

Comme pour la température, on constate pour l'insolation également un excès pendant le premier semestre et un déficit pour le second. Mais le bilan global, cette fois-ci, est négatif : au lieu des 1670 heures normales, la durée totale de l'insolation n'atteint que 1540 heures. Les excès d'hiver et du printemps, soit respectivement 8,6 et 11,0 heures, sont très modestes à côté des déficits d'été et d'automne : 90,1 et 62,2 heures.

Le mois de juillet, après avoir remporté le plus grand excès en 1959, accuse cette année le plus grand déficit des insolations mensuelles : 64,9 heures, soit plus de 25 % de son insolation normale. Il est suivi de septembre dont le déficit de 51,4 heures correspond à un tiers de l'insolation normale. Viennent ensuite août avec un déficit de 33,2 heures, mars avec 17,3 heures, octobre avec 17,2 heures et décembre avec 2,9 heures. Le plus grand excès d'insolation : 18,1 heures revient au mois de mai et représente les 9 % de son insolation normale. Cependant l'excès de janvier : 13,3 heures est relativement plus élevé puisqu'il correspond à un tiers de son insolation normale. Les autres excès sont moins significatifs : 10,2 heures en avril, 8,0 heures en juin, 6,4 heures en novembre et 1,0 heure en février.

La hauteur annuelle des précipitations : 1003 mm, avec un excès de 22 mm, ne s'écarte pratiquement pas de sa valeur normale. Les saisons par contre ne sont pas si bien équilibrées : automne et été accusent des excès de 32 et 18 % respectivement tandis que le déficit du printemps correspond à 29 % de sa hauteur normale. L'excès de l'hiver 1959/1960 n'atteint pas tout à fait 10 %. Août, avec 162 mm d'eau, a été le mois le plus pluvieux (excès : 58 mm), suivi de septembre avec 152 mm (excès : 63 mm), juillet avec 113 mm (excès : 24 mm). La plus faible hauteur mensuelle : 21 mm, revient à avril (déficit : 43 mm).

Décembre a récolté 49 mm (déficit : 35 mm), janvier 54 mm (déficit : 23 mm), mars 55 mm (déficit : 11 mm) et juin 67 mm (déficit : 29 mm). Février et novembre ont connu un faible excès de 6 mm chacun, octobre de 13 mm. La hauteur journalière maximum : 31,4 mm datant du 18 mai, est plutôt faible.

Le nombre des orages a été très faible cette année. Il n'y a eu que sept jours d'orages proches. Le sol a été recouvert d'une couche de neige de 1 cm du 12 au 13 et du 15 au 20 janvier, en février du 11 au 13 et du 17 au 19 avec une couche maximum de 8 cm le 18. En décembre, la neige s'est maintenue momentanément au sol les 19 et 22, du 27 au 31 par contre elle était plus abondante, l'épaisseur maximum de sa couche ayant atteint 14 cm le 29.

La moyenne annuelle de la pression atmosphérique : 718,3 mm n'a plus été si faible depuis 1937. Elle accuse un déficit considérable de 1,5 par rapport à la valeur normale. Neuf mois n'ont pas atteint leurs moyennes normales et seuls les trois mois consécutifs d'avril, mai et juin disposent d'écarts positifs de 2,1, 1,2 et 1,3 mm respectivement.

La moyenne d'octobre : 714,6 mm, constitue un minimum absolu pour ce mois depuis le début des observations, en 1864. Son écart par rapport à la pression normale d'octobre vaut 5,6 mm. Décembre, février et mars ont des déficits respectifs de 4,4, 3,1 et 2,6 mm. Les déficits des mois restants sont inférieurs à 2 mm. L'amplitude de 27,6 mm entre la pression maximum datant du 5 janvier : 729,9 mm et le minimum du 12 février : 702,3 mm est très faible. La plus grande amplitude mensuelle de la pression : 25,7 mm est celle de février tandis que la plus petite : 11,4 mm revient à juillet.

La moyenne annuelle de l'humidité : 77 % est normale. Les moyennes mensuelles varient entre les 86 % de décembre et les 64 % d'avril, ce dernier étant le mois le plus sec aussi bien en valeur absolue qu'en valeur relative. Son écart par rapport à la valeur normale : 7 %, est le plus fort de tous les mois. Avec un écart de 5 %, septembre a été relativement le mois le plus humide.

L'humidité minimum de toute l'année : 25 %, a été relevée le 8 mai. Le minimum de décembre : 33 %, enregistré le 4, bat le record absolu de ce mois, détenu jusqu'ici par décembre 1939 avec 35 %.

Le brouillard au sol a été exceptionnellement rare cet automne.

La distance totale parcourue par le vent : 57 400 km est plutôt faible. Elle correspond à une vitesse moyenne de 6,5 km/h et elle doit sa plus grande part à la direction SW. Février, avril, janvier et décembre

ont été les mois les plus venteux, leurs vitesses moyennes étant comprises entre 7,5 et 8 km/h. Septembre, le mois le plus calme, s'est contenté d'un vent moyen d'environ 4,5 km/h.

Considérant les parcours journaliers extrêmes, il faut noter le 7 février, jour de bise, à vitesse moyenne de 31 km/h et le 1er décembre, jour le plus calme, d'une vitesse moyenne de 0,5 km/h seulement.

Quant à la vitesse de pointe maximum de 120 km/h, elle a été atteinte deux fois, le 7 février en coïncidence avec le parcours journalier maximum et le 4 décembre par une tempête du SW.

Particularités des différents mois

Janvier : assez chaud en moyenne et bien ensoleillé, par températures individuelles fort contrastées.
Février : assez chaud.
Mars : assez chaud, mais plutôt peu ensoleillé.
Avril : très peu pluvieux et bien ensoleillé.
Mai : bien ensoleillé, chaud et d'atmosphère sèche.
Juin : peu pluvieux, assez chaud et ensoleillé.
Juillet : froid et très peu ensoleillé.
Août : très pluvieux, peu ensoleillé et plutôt froid.
Septembre : froid, très peu ensoleillé, très pluvieux et humide.
Octobre : peu ensoleillé. Moyenne barométrique extrêmement basse.
Novembre : très chaud et assez pluvieux.
Décembre : peu pluvieux.

I. Températures moyennes

par mois et par saison, des stations météorologiques du canton

	Neuchâtel		Chaumont	Cernier	La Ch.-de-Fonds	La Brévine
Altitudes :	487 m		1141 m	790 m	990 m	1043 m
	Moyenne 1901-1960	1960	1960	1960	1960	1960
	°	°	°	°	°	°
Décembre 1959	—	3,2	—0,2	1,0	1,4	—2,2
Janvier 1960	0,0	0,3	—2,6	—1,3	—1,0	—4,0
Février	1,0	2,6	—0,7	0,9	1,2	—0,9
HIVER	0,8	2,0	—1,2	0,2	0,5	—2,4
Mars	4,9	6,4	2,7	4,5	4,5	1,6
Avril	8,8	9,4	4,6	6,6	5,8	2,5
Mai	13,4	15,0	10,9	12,9	11,9	8,1
PRINTEMPS	9,0	10,3	6,1	8,0	7,4	4,1
Juin	16,6	17,7	13,4	15,5	14,7	12,0
Juillet	18,6	16,3	11,8	13,8	13,3	10,1
Août	18,0	16,8	12,8	14,6	14,5	10,8
ÉTÉ	17,7	16,9	12,7	14,6	14,2	11,0
Septembre	14,7	12,8	9,1	10,7	10,4	7,4
Octobre	9,2	8,7	5,5	6,6	7,3	4,7
Novembre	4,3	6,5	2,6	4,7	4,8	1,9
AUTOMNE	9,4	9,3	5,7	7,3	7,5	4,7
Décembre	1,3	1,2	—2,6	—0,8	—1,3	—4,7
ANNÉE	9,2	9,5	5,6	7,4	7,2	4,1

Dans ce tableau, la température moyenne est la moyenne des trois lectures journalières de 7 h 30, 13 h 30 et 21 h 30, en attribuant à la dernière un poids double : température moyenne = ¼ [(7 h 30) + (13 h 30) + 2 (21 h 30)]. Dans les tableaux mensuels par contre, température moyenne = ⅓ [(7 h 30) + (13 h 30) + (21 h 30)].

II. Observatoire de Neuchâtel

		Décembre 1959	Janvier 1960	Février	HIVER	Mars	Avril	Mai	PRINTEMPS
1	Température maximum	10,2	10,0	14,0	14,0	17,9	20,6	26,5	26,5
	minimum	—2,7	—12,8	—9,9	—12,8	—1,7	—0,5	0,1	—1,7
	amplitude	12,9	22,8	23,9	26,8	19,6	21,1	26,4	28,2
	variation diurne moyenne	4,4	5,1	7,0	5,5	8,2	9,7	11,3	9,7
2	Insolation, moyenne 1902-1960		39,8	80,3	146,7	136,8	164,2	209,2	510,2
	1960.	20,9	53,1	81,3	155,3	119,5	174,4	227,3	521,2
	(La Chaux-de-Fonds) . .	64,7	91,0	97,0	252,7	111,6	152,3	217,6	481,5
3	Précipitations, plus forte chute en 24 h .	23,8	14,4	17,5	23,8	19,5	6,8	31,4	31,4
4	Pression atmosphérique, moyenne 1901-1960 . . .		720,7	719,5	719,9	718,4	717,9	718,9	718,4
	1960.	714,6	719,3	716,4	716,8	715,8	720,0	720,1	718,6
	lecture maximum	727,5	729,9	728,0	729,9	727,0	728,5	727,3	728,5
	lecture minimum	697,3	708,1	702,3	697,3	705,5	713,1	714,2	705,5
	amplitude	30,2	21,8	25,7	32,6	21,5	15,4	13,1	23,0
	Humidité relative en %, moyenne 1901-1960 . . .		86	81	85	75	71	71	72
	1960.	86	83	82	84	75	64	65	68
	lecture minimum	61	36	48	36	34	29	25	25
	Vent, direction dominante . .	SW	NE	SW	SW	SW et NE	NE et SW	NE et SW	NE et SW
5	chemin parcouru	6 075	5 590	5 410	17 075	4 910	5 580	4 820	15 310
	pointe maximum en km/h	95	105	120	120	100	100	85	100
	direction	SW	SW	NE	NE	SW	NW	NW	SW et NW
	Nombre de :								
6	jours d'été	—	—	—	—	—	—	2	2
7	jours clairs	—	4	1	5	3	7	4	14
8	jours très nuageux ou couverts	18	18	12	48	15	8	5	28
	jours sans soleil	17	13	3	33	7	2	—	9
9	jours de pluie	16	16	15	47	13	10	11	34
10	jours d'orages	—	—	—	—	—	—	2	2
11	jours de brouillard . . .	3	7	1	11	1	—	—	1
12	jours de gel	7	7	9	23	3	1	—	4
13	jours d'hiver	—	9	2	11	—	—	—	—
14	jours de neige	—	4	5	9	2	1	—	3
15	jours avec sol enneigé . .	—	8	6	14	1	—	—	1
	Neige, couche maximum en cm	—	1	8	8	1	—	—	1

Dernier gel de printemps : 27 avril. Premier gel d'automne : 30 novembre.

[1] Température moyenne, voir tableau I.
[2] Insolation, total des heures, mesuré à l'héliographe Campbell-Stokes.
[3] Précipitations en mm d'eau. Hauteur totale, voir tableau III.
[4] Pression atmosphérique réduite à 0°, en mm Hg. Moyennes et extrêmes des trois lectures journalières.
[5] Chemin parcouru par le vent en km, mesuré à l'anémomètre à cupules.
[6] Jour d'été : Température maximum $\geqq 25°$.
[7] Jour clair : Somme des trois estimations journalières de la nébulosité $\leqq 5$. La nébulosité est exprimée en dixièmes de la voûte céleste couverts.

Tableau annuel

	Juin	Juillet	Août	ÉTÉ	Septembre	Octobre	Novembre	AUTOMNE	Décembre	ANNÉE
1	28,6	26,2	27,5	28,6	23,3	19,2	16,2	23,3	13,4	28,6
	7,6	8,9	8,6	7,6	4,8	0,7	—0,7	—0,7	—5,2	—12,8
	21,0	17,3	18,9	21,0	18,5	18,5	16,9	24,0	18,6	41,4
	10,6	9,3	9,0	9,6	7,6	6,3	5,5	6,5	3,5	7,8
2	229,1	249,6	231,5	710,2	161,1	94,5	43,9	299,5	26,6	1 666,6
	237,1	184,7	198,3	620,1	109,7	77,3	50,3	237,3	23,7	1 536,7
	227,3	177,5	175,9	580,7	140,4	68,9	53,9	263,2	62,4	1 575,8
3										
	18,7	30,2	27,5	30,2	23,7	13,5	16,1	23,7	15,6	31,4
4										
	720,3	720,7	720,6	720,5	721,2	720,2	719,5	720,3	719,5	719,8
	721,6	720,3	719,4	720,4	719,6	714,6	717,6	717,3	715,1	718,3
	728,6	724,9	725,8	728,6	726,8	723,8	729,6	729,6	726,0	729,9
	715,3	713,5	710,3	710,3	706,9	703,8	708,5	703,8	705,2	702,3
	13,3	11,4	15,5	18,3	19,9	20,0	21,1	25,8	20,8	27,6
	71	70	72	71	78	84	86	83	87	78
	68	70	73	70	83	85	84	84	86	77
	36	35	42	35	46	49	46	46	33	25
	SW et NE	SW	SW	SW	SW et NE	SW	SW	SW	NE et SW	SW
5	4 600	4 800	4 190	13 590	3 380	4 220	4 410	12 010	5 480	57 390
	80	90	80	90	55	85	65	85	120	120
	WNW	W	SW	W	NW	SW	SW	SW	SW	NE et SW
6	10	2	5	17	—	—	—	—	—	19
7	5	3	4	12	4	1	1	6	—	37
8										
	7	13	11	31	13	18	18	49	23	161
	1	2	—	3	6	10	8	24	19	71
9	15	14	18	47	15	22	15	52	15	179
10	1	—	4	5	—	—	—	—	—	7
11	1	—	—	1	2	2	1	5	2	17
12	—	—	—	—	—	—	1	1	13	34
13	—	—	—	—	—	—	—	—	7	18
14	—	—	—	—	—	—	—	—	7	19
15	—	—	—	—	—	—	—	—	7	22
	—	—	—	—	—	—	—	—	14	14

Dernière neige de printemps : 29 avril. Première neige de fin d'année : 9 décembre.

[8] Jour très nuageux ou couvert : Somme précitée ≧ 25.
[9] Jour de pluie : Pluie ou pluie mêlée de neige ≧ 0,3 mm d'eau.
[10] Jour d'orage : Ne sont pris en considération que les orages proches à une distance ≦ 3 km de la station.
[11] Jour de brouillard : Brouillard à la station à l'exclusion de brouillard élevé.
[12] Jour de gel : Température maximum ≧ 0°, température minimum < 0°.
[13] Jour d'hiver : Température maximum < 0°.
[14] Jour de neige : Précipitations en neige ou neige mêlée de pluie ≧ 0,3 mm d'eau.
[15] Jour avec sol enneigé : Le sol est recouvert de neige à plus de 50%.

III. Précipitations de toutes les stations du canton

en millimètres d'eau

Stations	Altitudes m	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année	Plus forte chute en 24 heures		Nombre de jours ≥ 1,0 mm
Neuchâtel (Observ.) .	487																
moyenne 1901-1960		77	67	66	64	79	96	89	104	89	78	87	84	981			
1960		54	73	55	21	73	67	113	162	152	91	93	49	1003	31	18. V	132
Saint-Sulpice	env. 750	126	140	108	35	87	124	134	171	213	181	165	80	1564	44	3. III	174
Couvet	env. 750	90	103	87	25	80	93	124	174	203	141	118	57	1295	39	5. VIII	157
Combe-Garot	532	99	112	75	24	78	104	150	171	176	131	126	64	1310	52	7. VII	153
Grandchamp-Areuse .	438	69	96	61	10	75	92	119	173	165	102	96	66	1124	32	7. VII	126
La Brévine	1043	86	106	96	23	77	96	114	127	178	146	115	45	1209	49	4. XI	146
Les Ponts	1056	111	107	102	36	92	123	141	148	174	176	165	76	1451	39	7. VII	160
Cernier	790	103	113	94	37	73	111	101	133	145	126	115	36	1187	45	3. III	147
Hauterive	env. 475	55	76	55	18	78	68	120	171	154	102	102	55	1054	37	18. V	133
Chaumont.	1141	82	94	70	26	91	101	133	182	148	113	108	68	1216	43	18. V	150
Les Brenets	env. 875	119	119	86	53	73	161	119	148	194	198	125	70	1465	52	23. VI	167
Le Locle	env. 920	117	122	85	49	86	161	123	153	166	167	140	70	1439	35	3. III	168
La Chaux-de-Fonds .	990	101	97	84	45	90	205	134	166	167	161	156	59	1465	46	23. VI	170

Janvier

Jours	Température moy.	Température max.	Température min.	Durée d'insolation heures	Précipitations mm	Pression moyenne mm Hg	Humidité relative moyenne %	Vent Chemin parcouru km	Vent Direction dominante
1	4,7	8,5	1,4	0,3	3,0	719,8	91	205	W
2	5,1	7,9	2,7	—	**14,4**	717,0	93	291	SW
3	**6,7**	7,4	5,8	—	3,6	722,1	94	192	W
4	6,4	**10,0**	4,3	7,0	—	728,3	85	119	NE
5	3,8	4,7	2,4	—	0,2	728,4	88	155	SW
6	3,7	7,4	0,4	7,6	—	727,5	62	220	NE
7	1,5	4,2	—1,5	6,4	—	723,9	70	196	NE
8	1,7	2,7	—0,2	—	—	718,4	86	65	NE
9	—0,9	2,3	—3,2	—	0,8	715,5	84	463	NE
10	—5,5	—2,7	—6,6	0,5	0,4	714,5	68	**542**	NE
11	—5,5	—3,5	—8,2	5,1	—	712,0	76	85	E
12	—4,9	—3,3	—7,0	—	0,7	710,8	63	319	N
13	—8,0	—5,4	—11,1	4,9	0,2	714,4	63	146	NE
14	**—9,8**	—7,7	**—12,8**	0,2	—	**708,8**	73	201	NE
15	—8,5	—6,2	—10,6	0,7	0,5	712,6	78	324	NE
16	—8,7	—5,8	—10,7	0,7	—	716,8	79	91	NE
17	—7,8	—5,3	—11,0	—	—	718,7	90	40	NE
18	—3,6	—1,3	—7,9	—	—	719,8	77	137	SW
19	—2,5	1,3	—7,4	—	4,8	718,0	83	339	SW
20	3,9	5,4	1,0	0,7	1,3	721,7	**57**	349	SW
21	5,5	8,3	2,7	—	2,0	724,1	95	183	SW
22	1,9	4,2	0,0	0,1	0,3	724,4	98	**19**	NW
23	1,6	3,2	—0,2	—	0,5	721,7	**99**	66	W
24	3,4	9,2	0,9	2,0	6,2	717,5	96	105	W
25	5,6	6,7	3,7	0,1	5,4	715,6	95	147	SW
26	4,8	6,8	3,3	—	5,5	715,6	96	33	NE
27	4,4	6,3	3,1	0,2	—	713,6	97	54	E
28	4,7	6,8	3,7	—	4,4	715,6	94	203	SW
29	4,8	7,1	2,3	2,6	—	724,9	60	221	W
30	1,1	6,7	—1,9	**8,5**	—	**729,5**	82	38	NE
31	1,0	6,1	—2,3	5,5	—	726,8	84	44	NE
Somme				53,1	54,2			5 592	
Moy.	0,3	3,0	—2,1			719,3	83		

Février

Jours	Température			Durée d'insolation	Précipitations	Pression moyenne	Humidité relative moyenne	Vent	
	moy.	max.	min.	heures	mm	mm Hg	%	Chemin parcouru km	Direction dominante
1	2,9	7,0	—2,2	**7,3**	0,2	726,3	78	87	SW
2	4,2	9,1	1,8	5,4	0,1	**727,7**	86	48	S
3	1,6	4,4	—0,7	0,5	0,1	723,5	89	35	S
4	4,5	9,5	0,2	2,1	7,4	718,5	87	251	SW
5	3,0	6,2	1,9	0,1	—	720,7	85	116	SW
6	2,3	6,7	—1,1	2,6	—	722,4	80	216	N
7	—3,6	3,0	—5,8	0,9	—	725,4	73	**739**	NE
8	**—6,8**	—3,8	**—9,9**	7,2	—	726,5	64	442	NE
9	—6,2	—2,7	—9,0	5,4	—	723,1	73	77	NE
10	—2,2	4,3	—7,6	7,1	—	718,6	85	29	N
11	—0,8	0,2	—6,0	—	10,7	709,0	95	**24**	N
12	1,9	4,2	—0,4	0,1	2,2	703,5	92	163	SW
13	1,9	5,1	0,3	2,6	2,3	706,2	80	315	SW
14	2,7	6,9	0,7	4,8	—	708,5	67	330	SW
15	2,7	5,3	0,0	2,8	2,3	711,7	**62**	508	SW
16	3,5	4,9	1,1	0,3	0,7	712,0	80	339	SW
17	0,7	4,8	0,2	—	**17,5**	704,6	98	196	NE
18	0,8	1,5	—0,2	—	15,2	**703,1**	**99**	112	SW
19	5,5	11,5	0,4	7,0	—	710,9	75	158	NE
20	2,4	7,2	—0,2	6,8	—	717,4	84	43	E
21	6,0	12,3	0,4	7,0	0,3	715,8	66	149	SW
22	4,9	10,6	2,2	2,7	3,1	706,8	86	173	SW
23	5,0	8,2	3,3	0,3	1,9	710,8	86	242	SW
24	4,3	6,9	1,7	1,2	0,7	717,1	83	38	W
25	4,8	7,9	2,3	0,7	4,9	713,2	96	238	SW
26	**9,0**	**14,0**	6,3	3,5	0,5	720,5	72	102	SW
27	8,1	13,2	5,1	0,4	0,3	726,2	86	78	N
28	5,9	12,0	2,3	1,8	—	726,3	87	30	NW
29	8,3	13,3	3,8	0,7	2,1	719,4	76	129	W
Somme				81,3	72,5			5 407	
Moy.	2,7	6,7	—0,3			716,4	82		

Mars

Jours	Température			Durée d'insolation	Précipitations	Pression moyenne	Humidité relative moyenne	Vent	
	moy.	max.	min.	heures	mm	mm Hg	%	Chemin parcouru km	Direction dominante
1	7,5	13,2	5,7	4,0	0,8	720,9	78	180	SW
2	5,1	8,1	4,3	—	8,4	717,9	91	266	SW
3	5,8	6,8	4,7	—	**19,5**	722,5	96	397	W
4	8,4	12,1	5,6	4,7	0,3	724,2	64	241	NW
5	5,3	9,2	1,7	2,9	—	724,0	80	**463**	NE
6	4,4	6,8	3,4	2,3	—	718,6	67	335	NE
7	**1,1**	4,3	—0,2	—	5,7	714,8	88	67	E
8	3,3	7,3	0,2	0,9	6,1	710,2	89	137	SW
9	2,3	3,5	0,3	—	9,2	706,6	**98**	75	SW
10	3,8	8,1	0,5	0,3	—	708,3	89	65	—
11	7,4	13,2	2,3	3,9	0,5	711,7	74	110	SW
12	7,1	13,5	2,5	**9,7**	—	712,9	75	56	SW
13	6,6	13,9	1,5	6,7	—	711,1	70	44	S
14	5,5	9,7	2,2	0,6	—	708,8	74	61	S
15	5,7	9,2	3,5	—	—	**706,3**	75	61	E
16	6,8	13,0	2,3	3,6	0,5	711,5	84	100	NE
17	6,0	12,7	2,1	6,8	—	718,5	70	166	NW
18	5,1	10,0	2,5	3,2	—	723,7	65	230	NE
19	3,9	8,4	—0,3	8,0	—	**725,5**	66	372	NE
20	2,0	3,6	0,0	—	—	724,9	72	413	NE
21	3,8	8,4	0,7	5,8	—	724,2	69	176	NE
22	5,2	12,3	**—1,7**	9,4	—	722,8	68	53	E
23	6,5	13,4	0,3	9,6	—	721,7	68	54	—
24	6,3	12,4	2,4	2,4	—	718,3	71	**28**	NE
25	10,0	13,8	5,6	0,3	—	714,3	67	34	E
26	11,4	**17,9**	5,2	9,6	—	710,4	**54**	67	—
27	**11,8**	17,6	7,2	6,8	0,4	709,5	63	108	NE
28	10,3	17,3	5,1	5,6	—	706,4	72	165	SW
29	9,6	12,4	8,3	—	2,6	710,1	86	60	SW
30	9,9	15,6	3,9	8,4	0,6	714,6	64	200	N
31	9,4	14,6	6,6	4,0	0,3	714,9	74	125	NE
Somme				119,5	54,9			4 909	
Moy.	6,4	11,0	2,9			715,8	75		

Avril

Jours	Température moy.	max.	min.	Durée d'insolation heures	Précipitations mm	Pression moyenne mm Hg	Humidité relative moyenne %	Vent Chemin parcouru km	Direction dominante
1	8,1	12,1	6,4	1,1	0,4	716,5	**77**	69	NE
2	10,7	15,7	6,5	9,5	—	717,7	72	82	E
3	9,0	14,5	4,0	3,5	0,5	**715,0**	76	195	SW
4	8,9	15,2	5,3	5,5	**6,8**	720,0	75	131	SW
5	9,1	15,7	2,3	10,7	—	723,5	64	**63**	E
6	11,1	18,6	3,2	11,3	—	722,3	61	75	SW
7	13,6	20,0	5,8	10,4	—	721,4	54	83	SW
8	13,6	19,0	6,7	0,7	—	721,9	53	135	SW
9	13,9	19,5	8,2	1,5	—	721,4	60	248	SW
10	**14,5**	19,4	8,2	11,3	—	720,7	55	249	SW
11	9,6	15,0	7,5	0,6	2,4	717,6	66	318	NW
12	8,0	12,1	5,1	0,3	—	725,3	62	156	E
13	9,4	15,3	1,3	10,5	0,2	**726,6**	65	68	E
14	9,8	12,5	6,9	0,2	0,5	723,3	**77**	194	NW
15	8,9	13,3	4,8	7,4	—	722,4	49	251	NW
16	7,1	11,1	3,6	2,2	0,3	718,3	65	295	NE
17	6,3	8,0	3,7	—	0,2	717,6	67	**440**	NE
18	7,6	8,9	5,7	—	—	718,2	73	135	NE
19	10,0	13,7	6,5	1,9	—	716,9	74	132	NE
20	11,9	18,5	6,0	8,8	0,9	718,5	74	129	NE
21	13,8	20,5	6,3	9,5	—	720,4	54	217	NE
22	14,3	**20,6**	7,9	10,5	—	720,6	**46**	221	NE
23	10,9	15,8	6,8	11,1	—	719,1	53	238	NE
24	11,6	17,6	4,0	**11,5**	0,2	719,1	52	221	N
25	8,7	13,1	6,0	11,1	—	719,4	47	225	NW
26	5,3	10,2	1,1	7,0	4,3	719,3	68	195	W
27	4,8	9,7	**—0,5**	4,9	—	721,0	71	160	NE
28	5,3	10,0	0,6	5,6	2,3	720,4	66	280	NW
29	**4,2**	7,3	0,8	1,9	2,2	717,7	73	168	NE
30	6,2	11,2	2,5	3,9	—	717,2	64	211	NE
Somme				174,4	21,2			5 584	
Moy.	9,5	14,5	4,8			720,0	64		

Mai

Jours	Température			Durée d'insolation	Précipitations	Pression moyenne	Humidité relative moyenne	Vent	
	moy.	max.	min.	heures	mm	mm Hg	%	Chemin parcouru km	Direction dominante
1	**6,8**	11,9	**0,1**	4,8	—	717,9	63	130	NE
2	8,3	15,0	1,2	9,3	—	721,2	58	114	N
3	10,6	16,7	2,3	11,7	—	723,0	54	103	N
4	12,2	19,4	5,2	5,6	—	723,0	56	104	N
5	14,0	19,5	5,8	11,2	—	721,2	46	**347**	NE
6	14,4	18,9	8,4	10,3	—	720,1	49	288	NE
7	16,5	21,7	8,0	12,4	—	720,2	**38**	308	NE
8	17,1	22,8	3,7	**13,1**	—	719,2	**38**	263	NE
9	13,8	20,1	8,3	2.3	1,2	718,5	68	65	NE
10	17,0	23,1	9,2	11,2	0,3	718,4	62	102	NE
11	17,2	22,7	11,6	5,8	—	716,7	67	102	NE
12	16,2	21,5	11,5	4,1	—	716,7	71	**38**	SE
13	17,8	24,3	12,0	4,7	0,3	717,5	70	83	NW
14	17,1	23,3	13,0	5,0	3,4	719,0	79	63	NW
15	**19,5**	**26,5**	12,1	7,4	0,3	719,5	72	118	N
16	17,9	25,3	12,1	6,3	7,3	718,4	69	139	NE
17	18,3	22,8	10,4	9,7	—	717,2	69	91	NE
18	15,7	19,9	13,2	2,5	**31,4**	**714,9**	**85**	135	W
19	13,6	18,8	10,2	8,5	2,5	715,7	82	191	NE
20	13,4	18,2	8,3	6,6	2,5	718,3	78	243	SW
21	14,8	19,2	11,3	5,0	14,9	719,2	67	201	SW
22	12,3	16,3	10,3	1,9	—	720,2	82	145	SW
23	14,7	19,6	8,4	5,8	—	721,8	73	101	SW
24	14,5	17,7	9,3	3,8	8,4	723,5	81	160	SW
25	15,6	19,7	10,5	8,2	—	**727,1**	66	161	NE
26	16,1	21,7	8,6	12,1	—	725,9	59	124	N
27	18,3	23,8	9,6	11,8	—	722,6	50	140	NE
28	17,4	23,4	10,7	4,9	—	720,8	64	133	N
29	15,4	20,2	12,4	4,6	—	721,4	70	190	NE
30	15,1	20,0	10,8	5,8	—	721,0	70	180	NE
31	17,1	21,4	10,6	10,4	—	722,2	65	257	NE
Somme				227,3	72,5			4819	
Moy.	15,1	20,5	9,2			720,1	65		

Juin

Jours	Température moy.	Température max.	Température min.	Durée d'insolation heures	Précipitations mm	Pression moyenne mm Hg	Humidité relative moyenne %	Vent Chemin parcouru km	Vent Direction dominante
1	16,0	21,5	11,6	2,0	1,2	723,4	77	87	W
2	16,8	23,8	10,2	8,3	1,9	723,2	80	104	NE
3	17,4	24,7	10,6	7,8	0,6	721,7	77	115	NE
4	17,6	25,2	12,6	5,3	9,3	721,0	78	118	SW
5	18,0	23,9	12,6	9,1	—	720,5	72	**71**	—
6	20,3	26,6	13,6	11,5	0,4	721,3	66	137	SW
7	17,5	20,1	15,3	0,1	—	723,5	73	199	N
8	19,1	24,3	15,4	7,9	4,3	720,6	72	148	SW
9	17,3	20,3	14,6	0,1	11,5	717,4	81	229	SW
10	**13,4**	19,8	12,2	4,8	4,4	717,9	78	232	SW
11	16,6	20,8	10,2	7,2	—	723,9	62	158	SW
12	18,6	24,4	11,2	13,0	—	721,2	66	89	S
13	19,5	26,3	13,0	8,2	0,9	**716,8**	66	**279**	SW
14	15,3	19,0	11,5	2,0	—	721,4	59	112	NE
15	17,3	22,3	9,3	11,7	—	725,5	52	201	NE
16	18,2	24,5	10,7	11,4	—	**727,9**	**49**	167	NE
17	19,9	26,3	11,2	**13,9**	—	727,7	57	156	NE
18	**23,5**	**28,6**	15,4	13,6	—	725,8	56	186	NE
19	21,2	28,3	15,0	10,2	2,5	723,2	77	107	SW
20	21,7	26,4	16,3	13,1	—	722,5	55	261	N
21	20,8	26,3	14,3	13,8	—	722,1	51	215	NE
22	21,7	27,2	13,7	13,8	—	721,6	53	84	—
23	20,6	27,9	14,7	5,3	1,2	720,5	68	112	SW
24	17,2	18,8	15,6	0,3	4,7	720,2	88	86	SW
25	15,1	17,5	13,4	—	**18,7**	718,9	**94**	79	SW
26	15,3	20,0	12,7	1,7	3,4	718,9	84	116	SW
27	17,4	22,2	12,8	6,4	1,8	722,3	83	107	NE
28	17,6	22,9	12,6	9,6	—	719,9	67	202	NW
29	13,9	18,5	9,4	13,8	—	718,9	51	247	NW
30	14,0	19,4	**7,6**	11,2	—	718,3	57	199	N
Somme				237,1	66,8			4 603	
Moy.	18,0	23,3	12,6			721,6	68		

Juillet

Jours	Température			Durée d'insolation heures	Précipitations mm	Pression moyenne mm Hg	Humidité relative moyenne %	Vent	
	moy.	max.	min.					Chemin parcouru km	Direction dominante
1	15,9	21,2	**8,9**	13,2	—	718,9	**53**	176	NW
2	16,4	20,7	10,2	9,7	—	717,5	54	151	SE
3	16,3	21,7	9,7	13,2	—	717,4	**53**	292	NW
4	15,7	22,2	10,3	8,7	—	720,9	57	105	NW
5	17,3	21,2	12,4	0,7	—	719,1	68	219	SW
6	**19,8**	26,1	15,6	7,1	1,4	716,4	61	339	SW
7	18,0	24,6	13,2	10,0	**30,2**	715,9	69	193	SW
8	13,8	18,2	11,0	3,7	9,0	**714,2**	83	**345**	W
9	**13,2**	17,8	11,0	0,5	1,2	719,3	84	180	SW
10	13,3	16.0	10,0	1,3	3,3	718,9	88	93	SW
11	14,3	15,9	12,7	0,4	15,8	719,9	94	140	SW
12	15,3	18,7	12,1	5,4	0,2	723,4	61	166	SW
13	16,4	22,8	9,5	**13,5**	—	723,3	61	**64**	—
14	16,3	21,9	10,8	5,9	4,2	720,8	81	141	W
15	15,3	18,9	12,6	1,4	11,3	720,2	82	74	—
16	16,4	20,4	10,2	7,7	—	721,4	71	91	N
17	17,5	23,0	9,9	5,4	—	719,9	68	194	SW
18	18,4	20,6	16,3	—	2,1	721,0	75	111	SW
19	15,8	16,9	14,3	—	16,5	722,3	**95**	80	W
20	17,8	23,6	12,2	9,0	0,4	723,4	67	182	NW
21	16,7	21,6	10,5	8,3	—	**723,6**	65	102	SW
22	16,2	20,6	12,6	3,2	0,1	721,5	63	305	SW
23	14,3	19,0	10,1	7,4	0,1	721,7	56	220	W
24	16,2	21,9	10,0	12,1	—	722,3	61	132	E
25	17,6	23,3	9,3	10,4	—	723,2	63	110	—
26	18,1	22,6	14,2	6,1	0,2	721,4	72	88	—
27	15,0	19,3	13,1	2,7	1,2	721,5	73	110	W
28	15,8	18,9	10,2	2,6	—	720,6	71	92	SW
29	19,4	**26,2**	12,3	12,8	—	719,1	65	68	S
30	19,3	24,5	16,0	1,7	0,7	719,8	78	85	SW
31	17,8	22,8	14,9	0,6	14,9	719,7	86	152	SW
Somme				184,7	112,8			4 800	
Moy.	16,4	21,1	11,8			720,3	70		

Août

Jours	Température moy.	Température max.	Température min.	Durée d'insolation heures	Précipitations mm	Pression moyenne mm Hg	Humidité relative moyenne %	Vent: Chemin parcouru km	Vent: Direction dominante
1	14,3	17,2	12,7	0,2	5,3	721,3	88	136	SW
2	14,1	17,2	11,3	4,6	3,2	722,3	73	127	NW
3	16,0	21,8	**8,6**	**12,9**	—	720,3	67	91	N
4	16,5	23,2	10,2	9,3	**27,5**	718,3	76	87	W
5	16,8	21,2	14,3	3,7	9,4	716,3	85	147	SW
6	17,4	22,8	13,6	7,0	0,7	720,5	75	107	S
7	16,9	23,5	11,8	6,0	16,3	719,6	80	95	SW
8	15,0	18,2	13,2	0,1	3,0	716,7	85	152	W
9	16,2	19,6	13,9	0,9	3,2	719,7	75	147	SW
10	16,8	20,8	11,0	4,6	—	719,9	67	132	SW
11	17,3	23,4	11,7	6,0	21,9	714,6	77	113	SW
12	14,4	18,5	12,7	1,4	13,4	**711,8**	90	215	SW
13	13,9	19,0	10,8	3,8	0,2	716,9	67	126	—
14	15,7	19,8	11,3	3,9	2,3	715,9	69	280	SW
15	16,4	20,6	12,8	7,6	0,3	719,7	67	226	SW
16	17,1	22,6	11,6	11,9	—	720,6	64	95	S
17	16,2	21,0	10,6	5,0	16,0	715,4	73	**40**	—
18	16,7	21,2	14,5	2,6	23,9	712,7	88	264	SW
19	15,9	20,0	13,3	9,4	—	720,0	**59**	203	SW
20	15,8	20,5	10,3	7,5	—	722,3	69	194	NW
21	18,2	24,0	12,0	12,2	—	722,8	63	54	E
22	18,8	26,0	12,0	11,7	—	722,2	76	69	—
23	21,6	27,4	15,0	11,0	—	722,7	64	56	—
24	21,2	27,3	16,8	11,7	—	720,5	72	60	—
25	**21,7**	**27,5**	16,0	11,2	—	717,9	64	62	W
26	21,4	**27,5**	16,0	11,4	—	719,2	**59**	50	S
27	20,0	24,1	15,8	3,9	5,7	722,3	75	91	SW
28	16,8	20,3	15,7	2,1	9,2	**724,8**	**92**	101	—
29	18,3	22,7	12,6	7,7	—	723,9	71	249	W
30	15,9	18,8	13,7	5,7	0,5	719,8	62	**314**	W
31	**13,8**	17,4	11,7	1,3	0,4	719,6	78	107	SW
Somme				198,3	162,4			4 190	
Moy.	17,0	21,8	12,8			719,4	73		

Septembre

Jours	Température			Durée d'insolation heures	Précipitations mm	Pression moyenne mm Hg	Humidité relative moyenne °/o	Vent	
	moy.	max.	min.					Chemin parcouru km	Direction dominante
1	14,1	19,9	10,2	3,1	—	719,5	78	82	SW
2	16,1	22,1	10,2	5,6	—	722,3	74	67	SW
3	**18,4**	**23,3**	10,7	8,4	21,0	719,0	71	210	SW
4	14,4	20,4	11,5	0,1	11,8	715,7	90	153	W
5	12,5	16,0	10,7	0,1	12,4	716,5	87	104	NE
6	12,8	15,5	9,2	0,1	0,5	721,0	74	154	W
7	12,7	14,8	10,4	—	0,9	721,4	83	91	SW
8	13,9	16,8	12,1	1,2	—	723,2	78	235	NE
9	14,3	18,9	9,5	**11,0**	—	725,4	**60**	206	NE
10	13,7	19,6	7,3	10,4	—	**726,0**	77	53	—
11	15,0	20,0	8,8	7,8	—	724,4	74	75	NE
12	15,0	21,1	9,1	8,6	—	723,0	75	**35**	—
13	15,0	21,3	11,3	1,5	19,8	722,7	88	76	SW
14	14,8	19,4	12,0	7,4	—	719,4	86	59	SE
15	13,4	15,9	11,3	0,6	18,1	713,9	**96**	61	—
16	13,1	16,9	10,3	—	13,8	**707,6**	93	149	—
17	11,3	16,5	7,2	6,3	—	715,6	82	65	E
18	11,2	13,2	8,2	0,5	0,6	717,1	91	61	—
19	12,1	15,5	9,9	0,5	9,3	717,4	94	146	—
20	9,5	12,1	7,3	0,3	1,6	718,1	80	**295**	SW
21	**8,1**	9,7	6,9	—	0,7	721,4	85	118	SW
22	11,0	15,7	**4,8**	10,0	—	723,0	75	159	NE
23	11,7	16,3	6,3	7,3	—	725,4	82	55	—
24	12,7	18,1	8,1	4,9	—	**726,0**	85	103	NE
25	14,0	18,6	9,8	6,1	—	723,7	79	112	—
26	13,7	18,4	8,9	5,7	—	720,7	81	126	—
27	11,7	13,3	9,6	—	0,9	715,6	84	45	NE
28	11,8	12,9	10,7	—	16,6	713,9	**96**	70	NE
29	11,2	15,0	9,0	2,2	—	714,8	88	111	—
30	9,4	9,7	8,4	—	**23,7**	713,1	**96**	105	NE
Somme				109,7	151,7			3 381	
Moy.	13,0	16,9	9,3			719,6	83		

Octobre

Jours	Température			Durée d'insolation	Précipitations	Pression moyenne	Humidité relative moyenne	Vent	
	moy.	max.	min.	heures	mm	mm Hg	%	Chemin parcouru km	Direction dominante
1	12,9	18,4	9,2	**9,5**	—	718,3	75	107	SW
2	11,6	16,7	7,5	5,2	4,1	719,9	83	**37**	NE
3	**14,6**	19,0	10,6	3,6	0,6	717,9	87	45	E
4	14,4	**19,2**	11,9	1,7	1,6	712,9	83	119	SW
5	13,7	18,5	9,7	3,9	—	714,2	82	62	E
6	11,9	12,9	11,0	—	8,4	712,6	93	56	SW
7	10,6	12,9	9,7	0,1	7,2	714,0	93	267	SW
8	12,2	17,4	9,7	5,5	7,0	713,9	80	156	SW
9	8,6	10,4	7,1	0,3	**13,5**	711,3	90	284	SW
10	9,9	12,3	8,6	0,5	2,7	712,5	86	297	SW
11	7,9	9,4	6,5	—	2,7	714,7	84	284	SW
12	6,3	10,0	3,0	3,2	2,3	715,7	**72**	212	W
13	6,0	12,2	2,2	8,6	—	717,2	73	73	—
14	5,4	9,2	**0,7**	—	1,8	717,5	82	106	NE
15	**3,8**	6,5	2,6	—	9,6	715,5	**98**	71	—
16	5,1	6,8	2,5	—	0,1	719,0	83	149	SW
17	5,3	7,4	3,7	0,1	—	**722,7**	79	107	W
18	5,7	10,6	2,1	7,9	—	722,0	81	43	NE
19	6,7	11,0	3,2	1,0	—	715,7	85	45	E
20	7,1	10,8	4,4	—	4,6	708,9	92	178	SW
21	9,1	14,0	6,7	6,5	—	711,3	77	174	SW
22	7,0	9,0	4,6	—	2,6	711,7	94	54	—
23	8,4	11,2	6,0	—	5,5	712,1	97	67	NE
24	9,3	13,4	7,1	2,5	2,2	715,2	95	75	SW
25	8,6	10,1	7,0	—	3,3	712,2	96	109	—
26	10,5	14,7	8,0	3,7	1,2	710,6	79	268	SW
27	8,6	13,4	5,8	4,1	—	714,0	79	51	SW
28	7,9	9,9	6,0	—	2,8	712,7	93	49	NE
29	9,4	13,4	5,8	3,0	3,3	**705,4**	88	**371**	SW
30	8,5	12,2	6,0	2,9	0,4	713,9	77	211	SW
31	9,5	15,1	4,9	3,4	3,7	715,4	80	96	SW
Somme				77,2	91,2			4 223	
Moy.	8,9	12,5	6,3			714,6	85		

Novembre

Jours	Température			Durée d'insolation heures	Précipitations mm	Pression moyenne mm Hg	Humidité relative moyenne °/o	Vent	
	moy.	max.	min.					Chemin parcouru km	Direction dominante
1	10,2	12,4	6,9	0,5	6,4	712,3	94	195	SW
2	**11,4**	**16,2**	7,1	8,3	—	717,6	**57**	244	SW
3	9,2	13,9	3,5	4,7	—	718,5	71	172	SW
4	7,3	11,3	4,3	0,5	**16,1**	712,0	89	174	SW
5	6,5	9,5	4,7	0,8	0,2	713,1	76	156	SW
6	5,3	7,7	3,2	0,2	1,0	715,9	86	109	SW
7	5,2	8,3	3,2	2,5	1,0	717,3	81	99	—
8	4,1	7,0	1,7	1,0	0,6	718,4	85	95	NE
9	2,6	4,2	0,1	—	0,3	716,8	89	89	—
10	6,3	8,9	3,2	0,2	3,5	712,8	86	139	SW
11	8,2	10,3	6,3	0,3	8,7	713,1	90	68	SW
12	6,9	8,1	4,6	—	15,9	713,6	**97**	75	SW
13	5,8	7,2	4,3	—	0,2	720,0	88	112	SW
14	5,8	9,3	2,9	2,8	—	721,7	88	44	SE
15	5,9	7,8	2,5	—	12,0	718,8	91	198	SW
16	6,9	11,4	3,8	3,3	—	720,0	80	145	SW
17	6,0	10,0	3,3	—	13,3	716,6	89	247	SW
18	7,7	10,9	6,1	1,5	2,2	720,3	70	183	SW
19	5,8	6,6	5,2	—	6,2	717,2	89	302	SW
20	5,9	10,2	2,9	**8,6**	—	722,6	81	98	SW
21	3,7	6,6	0,8	0,1	—	717,6	95	42	—
22	4,9	6,3	2,2	—	1,5	**711,8**	90	**31**	NE
23	7,2	9,3	5,6	1,3	0,2	716,8	94	141	SW
24	6,0	9,5	4,0	3,9	—	718,1	79	85	SW
25	8,4	10,5	3,1	—	0,1	717,6	79	255	SW
26	**11,4**	14,3	8,4	2,5	—	719,1	72	**380**	SW
27	9,7	12,7	8,2	1,5	0,2	716,1	71	280	SW
28	6,3	9,9	5,3	—	3,6	716,5	96	123	—
29	3,6	6,2	1,2	1,4	—	726,1	65	92	SW
30	**2,0**	6,0	**—0,7**	4,4	—	**728,8**	87	37	SE
Somme				50,3	93,2			4 410	
Moy.	6,5	9,4	3,9			717,6	84		

Décembre

Jours	Température moy.	Température max.	Température min.	Durée d'insolation heures	Précipitations mm	Pression moyenne mm Hg	Humidité relative moyenne %	Vent Chemin parcouru km	Vent Direction dominante
1	1,8	2,9	—0,3	—	—	724,2	97	**12**	SE
2	2,3	4,2	0,0	—	—	722,0	96	28	SE
3	6,7	9,7	2,3	**4,4**	—	724,5	79	322	SW
4	**11,1**	**13,6**	6,2	1,0	2,3	717,5	**41**	**730**	SW
5	6,8	12,0	6,2	—	**15,6**	712,6	93	356	SW
6	6,7	8,2	5,2	0,4	5,4	708,6	84	224	SW
7	3,3	6,1	0,7	3,7	1,7	708,2	88	143	NE
8	2,0	2,7	0,8	—	—	709,7	83	211	NE
9	2,1	2,7	1,5	—	2,0	711,0	83	48	NE
10	0,7	1,9	—0,6	—	—	709,0	88	254	N
11	1,5	2,6	0,7	—	—	716,4	73	242	NE
12	0,1	1,8	—0,7	—	—	717,7	81	396	NE
13	—1,8	—0,5	—2,4	—	0,4	712,4	82	275	NE
14	—1,6	—1,0	—2,3	—	—	712,1	83	195	NE
15	—1,1	—0,6	—1,9	—	—	717,6	83	121	NE
16	—1,0	—0,3	—1,9	—	—	**724,6**	91	176	NE
17	—1,4	—0,3	—1,8	—	—	718,9	94	125	NE
18	—0,3	1,0	—1,8	—	0,7	709,6	92	185	NE
19	1,9	3,2	—1,0	0,3	1,0	710,9	81	216	SW
20	1,7	3,4	0,8	—	4,1	**706,2**	96	121	W
21	0,4	1,4	—0,5	—	0,3	709,9	89	123	W
22	0,7	1,6	—0,8	0,1	0,1	714,8	79	134	W
23	0,4	2,3	—1,6	2,5	—	716,5	82	131	NE
24	—2,4	—0,3	—3,0	—	—	716,0	85	109	NE
25	**—2,8**	—0,5	—5,0	**4,4**	—	720,6	82	38	S
26	—1,3	0,7	**—5,2**	1,7	1,9	718,1	87	201	SW
27	0,8	3,7	0,0	—	7,3	714,2	**100**	32	SW
28	0,1	2,3	—1,5	3,3	4,4	712,8	95	71	NE
29	0,5	1,5	—1,8	1,6	1,1	714,8	96	73	—
30	—1,8	0,6	—2,9	—	0,3	720,2	92	84	—
31	2,4	4,9	—2,5	0,2	—	717,4	91	99	SW
Somme				23,6	48,6			5 475	
Moy.	1,2	3,0	—0,6			715,1	86		

REMARQUES QUOTIDIENNES

Abréviations

var	=	variable
cl	=	clair
ln	=	légèrement nuageux
n	=	nuageux
tn	=	très nuageux
ct	=	couvert
int	=	intermittent
a :	=	matin :
p :	=	après-midi :
s :	=	soir :

... — 15 h = jusqu'à 15 heures
16 h ¼ — ...= à partir de 16 h ¼

Intensité moyenne du vent :

0	=	calme	< 1 km/h
1	=	faible	1-12
2	=	modéré	12-27
3	=	assez fort	27-45
4	=	fort	45-66
5	=	tempête	66-90
6	=	ouragan	> 90

Janvier

1. ct, tn 13¾ à 15 h, pluie 10 à 12 h, 14 h ¾ — WSW 2-3. **2.** ct, 12 h — pluie, 12 h — WSW 2-3. **3.** ct, pluie — 17 h, WSW 1-2. **4.** ln-cl, NE 1-2 11 à 22 h. **5.** ct, 11 h — WSW 0-1. **6.** cl, NW 3-4 de 3½ à 6 h ½, ENE 1-2. **7.** ln-cl, s : cl, ENE 2 10¼ à 17 h. **8.** ct, p : tn par instant, neige 7¼ à 9 h, NE 0-1. **9.** ct, neige 10½ à 14 h, 12 h ¼ — NE 2-3. **10.** ct-tn, NE 4-5 2 à 12 h, pointe 100 km/h, NE 3-4 12 à 19 h — NE 2-3 — 24 h. **11.** ct, 11 h — cl, s : ct, ENE 0-1. **12.** couche de neige = 1 cm, ct, s : éclaircie, neige 0 à 0 h ¾ et de 9 à 10 h, 12 h — N 2, 22 h ¼ — N 3-4. **13.** couche de neige = 1 cm, ln-n, 14 h — ct, E 1, 22 h — NE 2. **14.** plaque de neige, n-tn, 14 h — ct, NE 1-2. **15.** couche de neige = 1 cm, n-tn, NE 2-3. **16.** couche de neige = 1 cm, ln-n, NE 0-1. **17.** couche de neige = 1 cm, ct, NE 0-1. **18.** couche de neige = 1 cm, ct, NE 0-1, 9 h ¼ — WSW 1-2. **19.** couche de neige = 1 cm, tn-ct, 17 h — WSW 1-2, 22 h — SW 3-4. **20.** ct-tn, pluie 2¾ à 9 h ½, WSW 2-3 — 20 h ¾. **21.** ct, s : éclaircie, pluie 5¾ à 12 h ¼, WSW 2-3 — 10 h ½, WSW 1-2 de 10½ à 20 h. **22.** ct, 9 h — brouillard, pluie 5¼ à 6 h ¼, NE 0-1 — 10 h ¾. **23.** ct, brouillard, pluie 20½ à 21 h ½, W 0-1. **24.** ct, brouillard — 8 h, ln 10 à 12 h, p et s : ct, pluie 17¼ à 18 h ½, 22 h — pluie int, WSW 1-2 15¼ à 19 h. **25.** ct, brouillard — 14 h, pluie — 12 h ½, 17 h ½ — WSW 1-2. **26.** ct, brouillard int, pluie 15 à 20 h ½, NE 0. **27.** ct, tn 11½ à 14 h, brouillard int, pluie 5 à 7 h, E 0. **28.** ct, pluie 11 à 15 h ¾, WSW 2-3 10 à 17 h. **29.** ct, 11 h ½ — ln-n, s : cl, WSW 2-3 9½ à 18 h, NW 2-3 19½ à 22 h. **30.** cl-ln, s : cl, NE 0-1. **31.** ln-n, s : cl, NE 0-1.

Février

1. cl, 15 h — n, s : ct, NE 0-1, 19 h ¾ — WSW 1-2. **2.** ct, ln-n 9 à 15 h, s : cl, S 0-1, pluie 0 à 2 h et 7½ à 8 h ¼. **3.** ct-tn, S 0-1. **4.** ct, n 12½ à 15 h, pluie 7 à 8 h ½ et 21 à 22 h ¾, WSW 2. **5.** ct-tn, SW 2 — 14 h ¼. **6.** ct, brouillard 8 ¾ à 12 h, p : ln-n, s : ct, 14 h ½ — NNW 1-2. **7.** ct, tn, s : cl, 0 h ½ — NE 2-3, 6 h — NE 3-4, 20 h — NE 4-5, pointes de 120 km/h. **8.** ct, 10 h — ln, s : cl, NE 1-2. **9.** ct — 10 h, cl, flocons de neige 7½ à 9 h ½, ENE 0-1. **10.** ln — 10 h, cl, N0. **11.** ct, neige 9 à 14 h et 19 h ¾ — N0. **12.** couche de neige = 7 cm, neige — 11 h ½, ct, faible éclaircie 13 h ¾, WSW 1-2. **13.** couche de neige = 2 cm, neige 9¾ à 11 h ½, a : ct, p : ln, 11 h — SW 2-3, 19 h — W 2. **14.** n, belles éclaircies, SW 2, 21 h — W 1-2. **15.** a : n, p : tn-ct, s : ct, WSW 3. **16.** ct, tn à 12 h, SW 3, 17 h — WSW 2. **17.** ct, 6 h ¼ — neige, NE 1-2. **18.** couche de neige = 8 cm, ct, neige — 7 h ½, pluie, NE 0-1. **19.** couche de neige = 2 cm, ct, 10 h — tn, 12 h — ln-n, pluie — 1 h, WSW 2-3 2 à 11 h, S 1 12 à 16 h ½, 18 h — NE 1. **20.** ct, 10 h ½ cl-ln, E 0-1. **21.** cl-ln, SW 2 — 16 h. **22.** ct, 14 h — ln, s : ct, faible pluie int 5¼ à 12 h ½, WSW 2-3 10½ à 17 h. **23.** ct-tn, pluie 4¼ à 7 h ½ et 16¼ à 20 h ½, WSW 2-3. **24.** a : n, 12 h — ct, pluie 15¾ à 16 h ¼, vent var. 0-1. **25.** ct, n 14 à 15 h, 6 h ¼ — pluie int, 20 h — WSW 2-3. **26.** ct,

11 h ½ — n, SW 1-2 — 16 h ½. **27.** ct-tn, s : cl, pluie 7 à 8 h ½, SW 0-1 — 16 h ½, N 0-1. **28.** a : ct, brouillard int, 13 h — tn-n, s : cl, NNW 0. **29.** ct-tn, s : ct, SW 2 20¾ à 23 h ¾, WNW 3-4, 23¾ à 0 h ¼.

Mars

1. a : ct, 14 h — n, s : ciel var, pluie 1½ à 9 h ½, SW 2-3 — 18 h. **2.** ct, 11 h ½ — pluie, 13 h — SW 2-3. **3.** ct, pluie, WSW 2-3. **4.** cl 9 à 12 h, 14 h — ct, pluie à 8 h, WNW 2-3 — 21 h ½, 3-4 11 à 12 h ½. **5.** ciel var, ln-tn, ENE 3. **6.** ciel var, ct-n, NE 2-3. **7.** ct, 15 h — pluie et neige, E 1. **8.** ct, tn 11 à 14 h, pluie — 7 h, 9¾ à 10 h ¼ et 16 à 22 h ½, SW 1, SW 2-3 14 ¼ à 16 h. **9.** ct, neige 7¾ à 10 h ½, pluie et neige 15¼ à 18 h ¼, vent var 0-1. **10.** ct, a : brouillard int, SE 0-1, 18 h ½ — W 0-1. **11.** n-tn, gouttes de pluie à 17 h, SW 1-2 — 18 h. **12.** cl-ln, pluie 0 à 0 h ¼, S 0-1, 18 h ¼ — W 0-1. **13.** ln-n, S 0-1. **14.** ct-tn, s : cl, SSW 0-1. **15.** ct, s : éclaircie, NE 1-2 9 à 10 h ¾, 14 h — E 0-1. **16.** ct-tn, pluie 20 à 21 h, vent var 2-3 14 à 20 h. **17.** ln, 10 h ¼ — n-tn, NNW 3-4 15 ¾ à 20 h ¾ (joran). **18.** a : n, p : tn-ct, 13 h ¾ — NE 2. **19.** ln-n, s : cl, ENE 2-3. **20.** ct, NE 2-3. **21.** a : ct, 12 h — cl, ENE 1-2. **22.** cl, E 0-1. **23.** cl, ESE 0-1, 19 h ½ — NE 0-1. **24.** ct, n 9¼ à 9 h ¾ et 13¾ à 15 h ¾, NE 0. **25.** ct-tn, E 0-1. **26.** cl, s : ct, SSE 1 12 à 16 h. **27.** ct, 9 h ½ — n-ln, s : cl, pluie 7½ à 9 h ½, SSE 0-1, 18 h — NE 1-2. **28.** tn-n, s : ct, S 1, WNW 2-3 17 à 19 h, 19 h — SW 1-2. **29.** ct, pluie 16¼ à 20 h ½, SW 1, 16 h ½ — NW 0-1. **30.** cl-ln, 16 h — ct-tn, S 1, NNW 2-3 17¼ à 22 h ¼, 23 h ¾ — pluie. **31.** a : n, 12 h — tn-ct, pluie — 0 h ½ et 18 ¾ à 19 h ¼, NE 2-3 12 à 18 h.

Avril

1. ct, n 15½ à 17 h, faible pluie 7½ à 8 h ½ et 22 à 23 h, coup de tonnerre au SSE à 17 h ½, NNW 1-2 16 à 19 h. **2.** ln-cl, E 1. **3.** a : n, p et s : ct, pluie 19½ à 20 h ½, WSW 3-4 de 17 à 19 h ½. **4.** ciel var, ct-n, s : cl, forte pluie 15½ à 17 h ½, SSW 1-2 — 15 h ¼, NNW 2-3 16 ¾ à 17 h ½. **5.** cl-ln, E 0-1. **6.** cl-ln, E 0-1, SSW 1 14 à 18 h. **7.** cl-ln, SSW 1. **8.** ct-tn, s : ln-cl, SW 1, WSW 2 15¼ à 20 h ½. **9.** ct-tn, 11 h ¼ — SW 2-3, faible pluie à 21 h ½. **10.** cl-ln, S 1, WNW 3 20 à 22 h, 22 h — WSW 2-3. **11.** n, 9 h ½ — ct, pluie à 12 h ¾, 13¾ à 15 h ¾ et à 17 h ½, WNW 2-3 9¼ à 15 h ¼, NNW 2-3 18 ¾ à 19 h ½. **12.** ct-tn, s : cl, NNW 3 1½ à 11 h ¼, 11 h ¾ — E 1. **13.** cl-ln, s : cl, E 0-1. **14.** ct, pluie int 4 à 8 h ¾, SW 1-2, NW 3-4 15½ à 19 h ¼. **15.** n-tn, s : ct, SSE 0-1, 13 h — WNW 2-3, 18 h — NNW 2-3. **16.** n, 10 h — ct, NE 1-2, N 2-3 14¼ à 16 h ½. **17.** ct, pluie 0¼ à 1 h ¼ et 20 ¼ à 21 h ½, NNE 3-4 1 à 18 h, 18 h — NE 2-3. **18.** ct, NE 1-2. **19.** a : ct, 11 h ½ — tn, NE 1-2 10½ à 18 h, N 2-3 22½ à 24 h. **20.** ciel var, ln-tn, 21 h — cl, pluie 19¼ à 20 h, ENE 1-2 13 à 17 h ½, NNE 2-3 17¾ à 19 h ¾. **21.** a et s : cl, p : n-tn, NE 2-3 10 à 22 h ½. **22.** ln, ENE 2 — 19 h. **23.** cl-ln, ENE 2-3, N 3 16½ à 22 h. **24.** a : cl-ln, p : ln-n, s : ct, ENE 1-2, 15 h — N 2-3, petite averse à 23 h ¾. **25.** ln-n, s : cl, NNW 2-3 — 21 h ½. **26.** ln — 10 h ½, tn-ct, pluie 18¼ à 22 h, WNW 2-3 — 18 h ½. **27.** a : ln-n, 13 h ¼ — ct, E 1, vent var 2-3 12¾ à 20 h. **28.** ciel var, n-ct, petite averse à 21 h ¼, ENE 1-2, WNW 2-3 14 à 19 h, WNW 3-4 19 à 22 h. **29.** ct, 17 h — n, s : cl, pluie et neige 5 à 7 h, grésil à 10 h ½ et 14½ à 15 h, vent var 1, 13 h — NNE 1-2. **30.** ct-tn, s : ciel var, ENE 2-3.

Mai

1. a : ln-n, 11 h — tn-ct, E 1, NNW 2 17 à 21 h ¼. **2.** cl — 10 h ¼, n, s : cl, E 1, NNW 2 19 à 20 h ½. **3.** ln-n, s : cl, E 1, 16 h ¾ — N 1. **4.** n-tn, petite averse à 17 h ½, NNW 2 12 ¼ à 13 h et 18½ à 19 h ¾. **5.** a : ln, p : n, s : cl, NE 3, 17 h — NE 2. **6.** a : cl, 10 h ½ — n, ENE 2-3. **7.** cl-ln, NE 2-3 — 23 h. **8.** cl, ENE 2-3 — 13 h, ENE 2 — 24 h. **9.** n-tn, s : ct, pluie 20 à 21 h ½, ENE 0-1, W 1-2 19 à 21 h. **10.** cl — 12 h, p : n, s : tn, S 0-1, NE 1-2 17 à 22 h ½. **11.** a : ct, 11 h — ln-n, pluie 7 à 7 h ½, E 1, 16 h ¾ — NE 1-2. **12.** n-tn, s : ln, SE 0-1. **13.** a : n, 11 h ½ — tn-ct, petite averse à 18 h, WSW 1-2 13½ à 17 h ¾. **14.** a : tn-ct, 11 h — n-tn, pluie à 10 h ½ et 17 h, SSW 0-1. **15.** ln-tn, s : ct, orageux, pluie à 20 h, NNW 2-3 15 à 20 h ¼. **16.** a : ln, 12 h — n-ct, orage proche W-E 15 à 16 h, pluie 15½ à 16 h ½ et 22 à 23 h ½, NW 3 14¾ à 15 h ½, NW 3-4 16½ à 17 h. **17.** ct, 9 h — ln-cl, E 0-1, 17 h ½ — NE 1. **18.** ct, 15 h ¾ —

éclaircie, s : ct, pluie à 9 h ½, 14 à 14 h ½ et 22 h ¼ —, orage à l'W 22 à 22 h ¼, SW 1-2 10½ à 14 h ½, SW 3 à 22 h ¼. **19.** ct, 10 h — ln-cl, s : ct, pluie — 7 h ¾, à 19 h et 20 h ¾ à 23 h ¼, orages lointains 20½ à 21 h ¼, ENE 2 10 à 19 h ½, NW 3 20 à 21 h ¼. **20.** n-tn, s : ct, pluie à 10 h ¾ et 19 ¾ à 20 h ¼, SW 2-3 13 à 20 h. **21.** a : n, p : tn-ct, s : ct, pluie 1 à 5 h ½, SSW 2, W 2 17 à 19 h. **22.** ct, n-ln 14 à 16 h, pluie 0½ à 6 h ½, SW 2 — 19 h. **23.** a : n, p et s : tn-ct, SSW 1, WNW 2 15½ à 16 h. **24.** a : n, 11 h ¼ — ct, pluie 20 à 22 h ½, 9 h ¾ — WSW 1-2. **25.** tn — 9 h ½, n-ln, s : cl, ENE 1-2 — 19 h. **26.** cl-ln, s : cl, E 0-1, NNW 2-3 17¼ à 20 h ¾. **27.** cl, 15 h — n, s : cl, ENE 1-2 — 14 h ½. **28.** n, 14 h ½ — ct, N 2-3 16 à 19 h ¾. **29.** a : tn, p : n, s : ct, ENE 2. **30.** n-tn, s : cl, ENE 2 — 18 h ½. **31.** ct, 9 h — cl, ENE 2.

Juin

1. ct-tn, s : éclaircie, orage lointain W-E, 15 à 16 h ¼, pluie 15¾ à 16 h ½, NNE 2-3 14 à 16 h ¼. **2.** ln, 10 h ½ — n-tn, p : quelques coups de tonnerre, pluie 18¾ à 20 h ½, ENE 2 14 ¼ à 18 h, N 3 18 ¼ à 19 h ¾. **3.** brouillard, cl 9 à 16 h ½, ct, orage lointain W-E 17 à 18 h, pluie 20 à 23 h, E 1-2 — 15 h, NW 2-3 17 à 17 h ¾. **4.** ct, cl 10 à 14 h, orage SW-NE 19½ à 22 h, assez fort, proche à 20 h ½, pluie 20½ à 23 h ½, N 2 17 à 18 h ½, WSW 2-3 19¾ à 21 h. **5.** 9 h ½ — cl-n, SE 0-1. **6.** cl-ln — 16 h, n-tn, s : ct, SSE 1, 19 h — SW 1-2. **7.** ct, pluie 0¼ à 1 h ¾, NNW 2-3 11¾ à 22 h ¼. **8.** ct, ln-n 9 à 18 h, forte pluie à 19 h ¼, 23 h ¼ — pluie, SSE 1-2, 19 h ½ — SW 1-2. **9.** ct, 7 h ¾ — pluie int, coup de tonnerre à 14 h ½, SW 2-3 10 à 17 h ¼. **10.** ciel var, a : n, p et s : tn-ct, pluie int 12¾ à 18 h ¾, WSW 2-3, 18 h — W 1-2. **11.** a : tn-ct, p : n, s : cl, SSW 1, NW 2 18 à 23 h ½. **12.** cl, SSE 0-1. **13.** cl — 8 h ¾, n-tn, 15 h ½ — ct, 21 h ¾ — pluie int, SW 2, NW 3-4 14¾ à 17 h ¾. **14.** ct-tn, SSW 1, 12 h — SE 0-1. **15.** a : cl, 10 h — n, s : cl, SE 1, ENE 1 13½ à 18 h, NNW 2-3 18¼ à 23 h. **16.** cl, 9 h — n, s : cl, ENE 1-2. **17.** cl, E 1-2 — 12 h, NNW 2 18½ à 19 h ½. **18.** cl, ENE 2, NNE 1 18 à 22 h. **19.** a : cl, 11 h — n-tn, orageux, pluie 20 40 à 20 h 50, SSW 1, NW 2 17 à 21 h ¼, quelques coups de tonnerre lointains, **20.** cl-ln. NNW 2-3 11¼ à 21 h ½. **21.** cl, ENE 2, 18 h ¼ NNE 1-2. **22.** cl, SSE 0-1. N 1 19¼ à 22 h ½. **23.** a : cl-ln, 11 h — tn-ct, orage lointain W-NE 20 à 21 h ½, pluie 20½ à 21 h ¾, S 1 11½ à 13 h ½, WSW 1-2 13½ à 18 h, WNW 2-3 20¾ à 21 h ½. **24.** ct, pluie 9½ à 12 h ½, 15½ à 17 h et 23 à 23 h ¾, SW 1-2 9 à 17 h. **25.** ct, pluie 9 à 11 h ¾ et 18½ à 21 h ½, WSW 3 18½ à 19 h, WSW 1-2 19 à 23 h. **26.** ct, tn 10½ à 11 h et 14 à 15 h ½, pluie 4½ à 6 h et 18½ à 21 h ½, SSW 1-2 — 16 h ¾. **27.** ct-tn, s : cl-ln, pluie 12½ à 12 h ¾ et 16 à 16 h ½, E 0-1, NNE 2 18½ à 20 h. **28.** n, s : ct, 12 h ¾ — NW 2-3. **29.** cl-ln, s : ciel var, NW 2-3 9 à 23 h ¼. **30.** cl, 9 h ¼ — n, s : ln-cl, SE 1, NNW 2-3 17 à 22 h.

Juillet

1. ln, s : cl, SE 1, NNW 2 18¾ à 21 h ¼. **2.** ln, 9 h ½ — tn-n, ENE 2 — 10 h ½, SSE 1, N 2 18¼ à 21 h. **3.** cl-ln, n 11 à 13 h ½, s : tn, NNW 2-4 12½ à 24 h. **4.** n, SSE 1, NW 1-2 16 à 19 h. **5.** ct-tn, SW 1-2. **6.** n-tn, s : ct, pluie 20 à 23 h ½, WSW 1-2. **7.** n-tn, s : ct, 14 h ¾ — pluie, SE 1 — 13 h, SSW 1-2, 19 h — NE 1-2. **8.** ct, p et s : tn, pluie — 13 h ¾ et à 19 h ¾, WSW 1-2. **9.** ct, pluie 3¼ à 5 h ¼, int 6¼ à 22 h ¼, SW 1-2 — 19 h ½, W 0. **10.** ct-tn, éclaircie 17 à 19 h, pluie 12 à 14 h et à 21 h ¾, NE 0, SW 1-2 9½ à 17 h. **11.** ct, s : ln-tn, pluie 6¼ à 16 h ½ et à 20 h, WSW 0-1, NE 0 0 à 8 h. **12.** cl — 8 h ½, tn-ct, gouttes de pluie à 0 h ½, 10 h et à 11 h, WSW 1-2. **13.** cl-ln, SSE 0-1. **14.** a : n, 12 h — ct, pluie 17½ à 22 h, WNW 2-3 14 à 20 h ¼. **15.** ct-tn, pluie 14¼ à 17 h, vent var 0-1. **16.** n-tn, ESE 1. **17.** n-tn, 13 h — WSW 1-2. **18.** ct, pluie 13¼ à 17 h, SW 1-2 — 15 h. **19.** ct, pluie 8 à 21 h ¼, NW 2 17 à 18 h ½, WSW 1 18½ à 21 h ½. **20.** n, pluie 18¾ à 19 h, ESE 1, NW 2-3 15 à 24 h. **21.** cl, 9 h ¾ — n-tn, SSE 1, 18 h — WNW 1-2. **22.** tn-ct, pluie à 11 h ¼, SW 1-2, WNW 3 15 à 19 h ½. **23.** tn, 15 h — ct, pluie 19¼ à 19 h ½, WSW 2-3 — 21 h. **24.** ln-n, s : cl, SE 0-1, NNW 2 20 à 22 h ½. **25.** tn, 10 h ½ — ln-n, s : cl, SE 0-1, NNW 2 18½ à 21 h ¾. **26.** ciel var, n-ct, faible pluie 9¾ à 10 h ½, W 1-2 — 18 h ½. **27.** n, 10 h — ct, pluie 15¼ à 17 h ½, WSW 1-2 10 à 15 h. **28.** n, 10 h — ct, S 1, WSW 1-2 21 à 23 h ½. **29.** cl-ln, s : cl, E 0-1, 15 h — S 1. **30.** a : ct, 11 h ½ — tn, s : ciel var, pluie 17 à 17 h ½, SSW 1 9¼ à 19 h. **31.** a : tn, p : ct, 15 h ¼ — pluie, SW 1-2.

Août

1. ct, pluie 10¼ à 13 h et 16½ à 18 h ½, WSW 1. **2.** tn-ct, pluie 11½ à 12 h ¼, à 13¾ et à 15 h, SW 1, NW 2 11 à 11 h ½ et 15 à 16 h. **3.** ln, SE 0-1, NNW 2 19½ à 21 h ¼. **4.** cl, 14 h — n, 16 h ½ — ct, pluie 17¼ à 18 h ½ et 20 h —, E 0-1, W 2 20¼ à 20 h ¾, orages lointains — 17 h, orage proche 20¼ à 20 h ¾, modéré. **5.** ct, n 9½ à 13 h ½, 6 h — pluie int, orage lointain modéré à fort au N 13¾ à 14 h ½, 14 h — WSW 1-2. **6.** n, 13 h ¾ — ct-tn, pluie à 15 h et à 18 h ¼, SSW 1-2 — 14 h ½, NNW 2-3 17 ½ à 18 h ½. **7.** ln-n 8¼ à 14 h ¼, ct, 18 h — pluie, vent var 0-1, SW 1-2 17¾ à 19 h ¼. **8.** ct, pluie — 18 h, SW 1-2, 17 h ½ — W 1-2. **9.** ct-tn, s : cl-ln, pluie à 16 h ½, SW 1-2, 16 h ½ — WNW 0-1. **10.** ln-n, NE 0 — 12 h, SSW 1-2, 19 h ¼ — W 1-2. **11.** ln-n, s : ct, 19 h ¾ — pluie, orage modéré 20 à 22 h de W à E, E 0, 20 h — WSW 1-2. **12.** tn-ct, pluie 10¾ à 23 h ¾, WSW 1-2. **13.** ln-n, s : cl, gouttes pluie à 2 h ¼, — 10 h W 1-2, S 0, 18 h ¼ — N 1-2. **14.** ct-n, pluie 10¾ à 11 h ½, à 15 h, WSW 1-3. **15.** n-ln, s : cl, pluie à 4½ et à 16 h ¼, WSW 2-3 — 20 h, W 0. **16.** ln, s : cl, W 0 — 9 h ½, SW 1, 20 h ½ — NE 0. **17.** tn-ln, E 0. **18.** tn-ct, pluie 3¼ à 8 h ½ et 15¼ à 21 h, orage proche modéré SW-NE 4½ à 5 h ¼, orage lointain faible NW-NE 16¼ à 16 h ¾, WSW 1-2. **19.** a : n, p et s : ln-cl, WSW 1-2. **20.** a : ln, p et s : n, ESE 0 — 14 h, WNW 1-2. **21.** a et s : cl, p : ln-cl, ENE 0. **22.** cl-ln, n 10 à 10 h ½ et 14 à 15 h ½, ESE 0 — 14 h, SSW 0-1. **23.** cl, 15 h — ln, SSW 0-1, NE 0 7½ à 12 h. **24.** cl-ln, ESE 0-1, 19 h — W 0. **25.** cl, 13 h ½ — cl-ln, W 0-1 — 6 h ½, SE 0-1, 14 h — SW 1. **26.** ln-n, SSW 1 — 16 h. **27.** tn-ct, pluie à 11 h ½, WSW 1 — 12 h, E 1, 15 h — W 1. **28.** ct-tn, fort orage proche 12 à 12 h ¼, pluie 4½ à 8 h ½, à 11 h et 12 à 12 h ¼, grêle à 12 h, vent var, 18 h — W 1. **29.** a : ln, 15 h — ct, SSE 1, WNW 2-3 17½ à 21 h ½, 21 h ½ — WSW 2. **30.** ciel var, ln-ct, WSW 2-3. **31.** tn-ct, pluie 4¼ à 5 h ½, à 9¼ et à 12 h ½, WSW 1-2 — 20 h.

Septembre

1. ct-tn, s : cl, SSW 1 10¾ à 17 h ¾. **2.** ct, 10 h — tn-n, s : cl, SSW 1 9¼ à 17 h, NW 1-2 17¾ à 19 h ½. **3.** n, 10 h — cl, s : ct, 22 h ¼ — pluie, 12 h — WSW 1-2. **4.** ct, pluie — 5 h, 9 à 14 h ½ et 17 ½ à 20 h, WSW 1-2 — 17 h, WNW 1. **5.** ct, pluie 14¾ à 16 h ½ et 18½ à 19 h, NE 1, NNW 2 18½ à 20 h. **6.** ct-tn, pluie à 16 h ¼ et à 23 h ½, WSW 1-2 10 à 14 h, 14 h — W 1-2. **7.** ct, pluie à 12¾, à 17 et à 22 h ¼, SW 1-2 — 16 h ½, 18 h — W 0-1. **8.** a : tn-ct, p : ct, s : ln-n, 8 h ¾ — NE 1, 15 h ½ — NE 2. **9.** ln-n, s : cl, NE 2-3 — 22 h. **10.** cl, ESE 0-1. **11.** brouillard élevé int, 10 h ½ — cl, ENE 0-1, NNE 1-2 20 à 22 h ¼. **12.** brouillard élevé int, 10 h ¼ — cl, E 0-1. **13.** ct, tn 12 à 14 h ½, pluie 15½ à 20 h, orages lointains au N et au S modérés 15 à 17 h, WNW 2-3 14½ à 17 h. **14.** brouillard élevé, 11 h — cl, s : ciel var, SSE 1 10¾ à 15 h ½. **15.** ct, tn 14¼ à 15 h ¼, pluie 11¼ à 13 h ¾, 16 h ¼ — pluie, SSW 0-1, W 1-2 19¾ à 21 h. **16.** ct, pluie — 2 h ½, 17 h —, WNW 2 16½ à 23 h. **17.** n-ln, 14 h ½ — ct, s : ciel var, pluie — 5 h ¾, ESE 1 9 à 14 h. **18.** a : ct-tn, 11 h — ct, pluie à 15 h ½, vent var 0-1. **19.** ct, tn 15 à 16 h, pluie 5¾ à 9 h, 16¼ à 16 h ¾ et 18¼ à 19 h ½, vent var 0-1, 21 h ¼ — W 1-2. **20.** ct, pluie à 12 h ¼ et 18¼ à 19 h, WSW 2-3. **21.** ct, pluie 7¾ à 11 h ½, SW 1-2 — 15 h ½. **22.** cl, 10 h — ENE 2. **23.** ln, 16 h ½ — ct, SE 0-1. **24.** brouillard — 10 h ½, ln-n, s : cl, SE 0-1, 15 h ½ — NE 1. **25.** brouillard — 10 h ½, ln-cl, ENE 1 — 19 h. **26.** brouillard élevé — 11 h, p et s : cl, SE 0-1, 19 h — NNE 1. **27.** ct, ENE 0-1. **28.** ct, pluie 0¼ à 2 h, 10¼ à 12 h ½ et 18 h —, NE 0-1. **29.** ct, 14 h ½ — n, s : cl, SSW 1 13¼ à 18 h. **30.** ct, pluie 10¼ à 22 h ½, NE 0-1.

Octobre

1. ln-cl, SSW 1-2 — 17 h. **2.** ct, 10 h ½ — ln-n, s : ct, ESE 0-1. **3.** ct, 11 h — n-ln, s : ct, pluie 3 à 9 h. **4.** ct-tn, s : cl-ln, pluie 15 à 16 h ½, WSW 1-2 10¼ à 22 h. **5.** n, 14 h ¼ — ct, ESE 0-1. **6.** ct, pluie 9¾ à 18 h ½, SSW 0-1. **7.** ct, pluie 3 à 4½ et 11 h ¼ —, WSW 2-3. **8.** n-ln, s : cl, SW 1-2 — 18 h, pluie — 1 h. **9.** ct, 16 h — éclaircie, pluie 3¼ à 13 h ½, 22 h ½ — pluie int, NNE 1, 15 h ¾ — WSW 1-2, 21 h — WSW 2-3. **10.** a : ct-tn, p : ct, pluie int, WSW 2-3. **11.** ct, pluie 16 à 17 h, 21 à

21 h ½, WSW 2. **12.** ct, 10 h — n-tn, s : cl, pluie int 0 ¼ à 12 h, WSW 2, 16 h ½ — W 1. **13.** ln-cl, SSE 0-1 9 à 17 h ½. **14.** ct, ENE 0-1, 15 h — NE 1-2. **15.** ct, pluie 4 ½ à 22 h, ENE 0-1, SW 1 17 à 18 h. **16.** ct, faible pluie à 13 h ¼, WSW 1-2. **17.** ct, WSW 1-2 — 18 h. **18.** ct, 9 h — ln-cl, NE 0-1. **19.** ct-tn, s : cl, SE 1 12¾ à 16 h. **20.** ct, pluie 19 ½ à 24 h, NE 1, WSW 2-3 16 ¼ à 19 h ¾, 20 h — W 1. **21.** a : n, p : ln, s : cl, pluie — 1 h ½, SW 1-2, 21 h — NNW 0. **22.** ct, pluie à 10 h, à 13 h, 14 ½ à 17 h ¼ et 19 ¼ à 20 h, NE 0-1. **23.** ct, pluie 6 ½ à 9 h et 14¾ à 17 h ½, NE 0-1, WSW 1-2 14 ½ à 16 h ¼. **24.** brouillard, ct, 14 h — n-ln, s : ct, pluie 8 à 13 h, WSW 1-2 11 à 15 h ½. **25.** ct, brouillard — 15 h, 22 h — pluie, ENE 0-1, 20 h ¼ — WSW 1-2. **26.** ct, 11 h ½ — tn-n, s : ciel var, pluie — 2 h ¾ et 7 ½ à 9 h ½, SW 2-3 — 16 h ¾, WSW 1. **27.** a : cl-ln, 13 h — ct, pluie 1¾ à 2 h ¾, SW 1 — 14 h. **28.** ct, pluie int 9 à 16 h, ENE 0-1. **29.** ciel var, n-ct, SSW 0-1, 19 h — SW 3-4, pointes de 80 km/h. **30.** ct, 10 h ¾ — n-tn, s : cl, pluie — 7 h, int — 12 h ½, SW 2-3 — 17 h. **31.** ct, 10 h ¼ — ciel var, s : ln, SW 1-2 9 ¼ à 17 h.

Novembre

1. ct, tn 11 à 12 h, pluie 2¾ à 6 h, 15 à 24 h, E 0-1, 15 h ½ — WSW 2. **2.** n-ln, pluie — 2 h ¼, WSW 2-3 — 19 h ½. **3.** ln-n, 14 h — ct, s : cl, WSW 2-3 12 à 23 h ½. **4.** ct-tn, pluie 17 à 18 h ¼ et 21 à 24 h, E 0-1, 21 h ¾ — WSW 2. **5.** ct-tn, pluie 0 à 1 h, 6 ¼ à 7 h ¼, WSW 1-2 — 19 h ½. **6.** ct, pluie à 5 h, 7 ½ à 8 h ½ et à 14 h ¾, SW 1-2 — 17 h. **7.** ct-tn, s : ln, ENE 1, N 2 16 à 18 h. **8.** ct-tn, s : cl, pluie 11 à 11 h ¾ et à 14 h, ENE 0-1. **9.** ct, faible pluie 20 ¼ à 21 h ½, ENE 0-1, 18 h ¼ — SW 0-1. **10.** ct, tn 12 ½ à 14 h ¼, SSW 1 11 ½ à 14 h ½. **11.** ct, pluie 1 à 4 h et 18 à 24 h, SSW 1 — 15 h. **12.** ct, pluie 2 ½ à 6 h et 12¾ à 19 h ½, WSW 1-2 16 à 20 h ½, **13.** ct, pluie 5 à 6 h et à 15 h, WSW 1-2 — 17 h. **14.** a : ct, p : n, s : ciel var, N 0-1. 10 h ½ — S 0-1. **15.** ct, pluie 16 ¼ à 24 h, E 0, 17 h ½ — WSW 1-2. **16.** ct-tn, s : cl-ln, pluie 0 à 4 h ¾, WSW 1-2 — 16 h ½. **17.** ct, pluie 10 à 18 h ¼, a : NE 0-1, 14 h ½ — WSW 2. **18.** ct-tn, WSW 2-3 — 15 h ½. **19.** ct, pluie 3 à 9 h ½, 11 h ¼ — pluie int, WSW 2. **20.** 8 h ¼ — cl-ln, pluie — 3 h ½, SSW 1-2 — 15 h. **21.** ct-tn, s : ln-cl, ENE 0-1. **22.** ct, NE 0-1. **23.** a : ct, p : tn, pluie à 2 h et 23 à 23 h ½, ESE 0-1, 17 h ½ — WSW 1-2. **24.** a : ln-n, p : ct-tn, E 0-1, 18 h ½ — SW 0-1. **25.** ct, SW 1, 14 h ¾ — SW 2-3. **26.** ct-tn, pluie à 4 h ¾, SW 2-3. **27.** ct-tn, faible pluie 14¾ à 17 h, WSW 2-3 — 23 h ½. **28.** ct, pluie 7 ¼ à 14 h, 15 ½ à 16 h et 19 à 20 h, SW 1 14 à 18 h ½, 23 h — N 2-3. **29.** a : ln-n, 11 h ½ — ct, s : ciel var, vent var 1-2 — 17 h. **30.** ln, 11 h — cl, a : ENE 0-1, 13 h ½ — SE 0-1.

Décembre

1. ct, brouillard, SE 0. **2.** ct, SE 0. **3.** ln-n, WSW 2. **4.** n-tn, SW 4-5, pointes 120 km/h à 20 h ½. **5.** ct, pluie 4 ½ à 17 h ½, 20 h ½ — pluie int. **6.** ct, tn à 12 h ½, pluie int — 10 h, WSW 2-3 — 21 h ¼. **7.** ct, 10 h ½ — n-ln, s : cl, grésil int 6 à 8 h, ENE 1. **8.** ct, NE 1-2. **9.** ct, NE 0-1, N 1-2 15¾ à 16 h ¼. **10.** ct, neige 3 ¼ à 4 h ½, NE 0-1, 19 h — N 2-3. **11.** ct, N 2-3 — 12 h ¼ et 16 à 17 h ¼. **12.** ct, NE 2-3. **13.** ct, neige 9 à 13 h ½, NE 2. **14.** ct, NE 1. **15.** ct, NE 2, 13 h — NE 0-1. **16.** ct, NE 1. **17.** ct, NE 1-2. **18.** ct, calme, 21 h — WSW 2-3. **19.** couche de neige = 1 cm, ct, tn 11 à 12 h ¼, neige 0 ¼ à 3 h, pluie 15 ½ à 16 h ¼, WSW 2-3, 15 h — WSW 1-2. **20.** ct, pluie 4 ¼ à 6 h, pluie et neige 12¾ à 16 h ¼, WSW 1-2 12 à 19 h. **21.** ct, 16 h — tn, s : ciel var, neige 10¾ à 12 h ½, N 0-1, 16 h — W 1. **22.** a : ct-tn, p et s : ct, WSW 1, NNW 2-3 20 ¼ à 23 h. **23.** n-ln, s : ct, NE 1-2. **24.** ct, NE 0-1. **25.** cl, p et s : ln, NE 0, 10 h — S 0. **26.** a et s : ct, p : ln, S 0, 9 h — SW 1-2. **27.** ct, pluie 2 ½ à 8 h, neige 8 à 20 h, SW 1-2 — 8 h, SW 0. **28.** couche de neige = 10 cm, n, ciel var, NE 1. **29.** couche de neige = 14 cm, ct, n 9 ½ à 11 h ½, neige 0 à 3 h, int 3 à 6 h ½, 16 à 18 h, SSW 1, 14 h ½ — E 1. **30.** couche de neige = 7 cm, ct, NE 0-1. **31.** ct, pluie à 5 h ¾, 2 h — WSW 1-2.

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1960-1961

Séance du 26 février 1960, tenue à 20 h 15, au Laboratoire suisse de recherches horlogères, sous la présidence de M. Charles Terrier, président.

Le procès-verbal de l'assemblée générale du 29 janvier est lu et adopté.

Mlles Madeleine Guye et Claude Feissly, MM. Jacques Wyss, Augustin Baer, Lucien Chopard et Daniel Weber sont reçus dans la société.

MM. Margot et Bader présentent les candidatures de MM. Jean Meia et Francis Persoz, étudiants.

Dans la partie scientifique, M. Ch. Terrier, revêtu de l'autorité présidentielle, fait une conférence sur *L'expédition du Club alpin suisse aux Andes du Pérou.* C'est probablement la première fois qu'un président de notre société ouvre une législature en prononçant un discours de réception. L'exemple mérite d'être suivi.

Dans l'exorde, M. Terrier explique qu'une modification des statuts du Club alpin suisse a permis à un groupe d'alpinistes de sortir des frontières du pays. Cette concession révolutionnaire donnera désormais à ses membres la possibilité de s'intéresser à des expéditions à l'étranger. En l'occurence, le Club alpin prit à sa charge l'organisation de ce voyage au Pérou, qui dura du 15 avril au 3 août 1959 ; il y invita un topographe, un géologue et un botaniste.

Le commentaire de M. Terrier fut illustré de splendides et très nombreuses projections en couleurs, caractérisant les Andes et leurs plateaux élevés, leurs paysages de moraines ocreuses, témoins d'une glaciation énorme, leurs lacs ou leurs habitations solitaires, leurs cols aux altitudes de notre Mont-Blanc, où fleurissent encore, sous le soleil des Incas, de minuscules végétaux. Sans prétentions scientifiques, M. Terrier fut un guide aimable et généreux, qui prit la peine de nous conduire par la forêt, les ravins et les sentiers des crêtes, à travers la Montaña et la Puna, jusqu'aux limites des neiges éternelles, à la recherche de cette flore alpine péruvienne, enfouie dans les débris rocheux, de nous présenter les chefs féodaux de ces tristes solitudes, propriétaires de mules et de lamas sacrés, de nous introduire dans les très rares sanctuaires et les cimetières épigées où se momifient les cadavres dans l'air desséché, puis de nous ramener du mur cyclopéen des Incas, à Cuzco, au damier des petites maisons basses de Lima que dominent les clochers de ses quatre-vingts églises et la statue équestre de l'Espagnol Francesco Pizarre.

Séance du 11 mars 1960, tenue à 20 h 15,
au Laboratoire suisse de recherches horlogères,
sous la présidence de M. Charles Terrier, président.

MM. Jean Meia et Francis Persoz sont reçus comme nouveaux membres de la société.

La candidature de M. H. S. C. Huysman, médecin-oculiste retraité et mycologue, est présentée par MM. François Marti et Charles Terrier.

Puis le président salue son collègue, M. Max Welten, professeur à l'Université de Berne, qui fait une conférence intitulée : *Détermination de l'âge absolu de l'époque wurmienne et post-glaciaire à l'aide du carbone radioactif.*

La chronologie de la fin du quartenaire reposait jusqu'ici sur trois bases très inégales : les parallélisations de la préhistoire avec la Grèce, l'Egypte, l'Orient ; la géochronologie de G. de Geer en Suède et de M. Sauramo en Finlande ; l'hypothèse sur les climats qui se basait sur la théorie mathématique et astronomique de Milankovitch.

Les recherches récentes sur les isotopes et la radioactivité ont donné à Libby en Amérique l'idée de la détermination de l'âge à l'aide du C 14 (1949). Cet isotope du carbone normal (C 12) se forme dans les parties supérieures de l'atmosphère par la désintégration de l'azote sous l'influence de la radiation cosmique. C 14 est oxydé et vite mêlé à toute l'atmosphère, d'où il est assimilé par les plantes et entre par la nourriture dans toute matière organique vivante. C 14 étant instable (carbone radioactif ; demi-durée de vie de 5568 ans), il se forme dans l'ensemble de l'atmosphère, de la mer, de tous les êtres vivants et morts un équilibre qui a pour conséquence la proportion constante entre C 14 et C 12 (à peu près $1 : 10^{12}$). La constance de cette valeur est vérifiée pour les derniers dix mille ans.

De cette observation résulte la possibilité de déterminer l'âge d'une manière donnée par la comparaison de sa radioactivité avec la même quantité de matière récente. Cependant, puisque les matières organiques ne contiennent pas les mêmes quantités de carbone, on transforme les deux en dioxyde de carbone ou en acétylène.

La technique de la détermination est assez compliquée et longue, de sorte que chaque détermination coûte 400 à 500 francs. Les difficultés et les erreurs systématiques sont discutées. En travaillant avec précaution on peut avoir toute confiance en la méthode.

Le laboratoire du C 14 à l'Institut de physique à l'Université de Berne a été développé par le Dr H. Oeschger avec des subsides du Fonds National. (Les requêtes pour des déterminations sont à adresser pour les problèmes préhistoriques au professeur H. G. Bandi, pour les problèmes de végétation et de glaciologie au professeur M. Welten.)

La chronologie de l'époque wurmienne est en train de s'éclaircir : la dernière phase (probablement principale) du Wurm dura à peu près de 22 000 à 14 000 ans avant aujourd'hui. Avant cette forte poussée des glaciers on constate une phase interstadiale qui dura très approximativement de 32 000 jusqu'à 22 000 ans. Elle fut précédée d'une phase plus froide (qui probablement correspond à la première phase du Wurm), précédée elle-même d'une série d'oscillations de la fin de l'interglaciaire Riss-Wurm (qui ont commencé il y a à peu près 70 000 ans).

M. le président félicite le conférencier, tandis que M. Favarger le remercie au nom de l'Institut de botanique, en rappelant l'importance de ces recherches pour la compréhension de la végétation actuelle. Le problème du climat y trouve des bases solides.

M. Rossel associe le physicien à ces remerciements. Il s'enquiert de la distribution actuelle du carbone 14 dans les deux hémisphères (à quoi M. Welten répond que les mesures accusent une différence qui va s'atténuer), de la possibilité de déterminer l'âge des roches par l'étude des carbonates d'origine minérale et d'obtenir des renseignements sur le climat à l'aide des diagrammes polliniques, par la confrontation de l'échelle des profondeurs et de l'échelle des temps. Malgré l'intervention ultime de M. Kübler, le dialogue nébuleux, engageant les ressources du bilinguisme, devait aboutir à l'incertitude sinon à la confusion babélique.

Séance du 25 mars 1960, tenue à 20 h 15,
au Laboratoire suisse de recherches horlogères,
sous la présidence de M. Charles Terrier, président.

M. le docteur Huysman devient membre de la société.

Dans la partie scientifique, M. J. Péter-Contesse présente de *Nouvelles observations et réflexions sur le gui*, illustrées de magnifiques projections en couleurs.

Le gui parasite, en Europe, un grand nombre de plantes ligneuses feuillues, les pins et le sapin blanc. Dans nos forêts de basse altitude il cause des dégâts importants aux sapins, provoquant des pertes considérables d'accroissement et de graves dépréciations des bois.

C'est une plante dont l'étude, assez difficile, est un continuel étonnement au vu de ses manifestations hors de toutes règles. De nombreuses études, restreintes à des domaines étroits de sa biologie, voient le jour ; l'étude générale entreprise par von Tubeuf il y a une quarantaine d'années mériterait d'être reprise avec les techniques modernes d'investigation. Elle éclaircirait de nombreux points obscurs.

Un fait déroutant est la présence du gui sur le sapin. Toutes les autres plantes qu'il parasite sont des essences de lumière (sauf le charme, très rarement attaqué). Le gui est aussi essence de lumière. Le sapin est essence très caractérisée d'ombre. Cela impose au gui des conditions de vie plus difficiles, la lumière lui manquant assez rapidement.

Une étude des adaptations du gui aux différentes conditions qu'il trouve sur les trois groupes d'hôtes qu'il peut parasiter (feuillus, pin, sapin) montre qu'il ne semble exister aucun caractère spécifique différentiel entre ses trois races, mais que certains caractères deviennent dominants ou récessifs selon les cas. Un exemple est fourni par les racines corticales et les suçoirs nettement plus abondants chez le gui du sapin que chez les autres races.

Les trois races proviennent certainement d'une souche unique. Celle du sapin (qui a une influence économique considérable) apparaît-elle avant, en même temps ou après les deux autres ?

Le gui du pin peut, exceptionnellement, passer sur l'épicéa. Un exemplaire a été découvert au Bois de Finges, dans le Valais central. L'étude de cette station rarissime montre que le gui croissant sur une essence de mi-ombre conserve ses caractères reconnaissables sur le pin, essence de lumière.

M. le président félicite le conférencier d'avoir su raviver un vieux problème qui préoccupait déjà Aristote et qui est loin d'avoir trouvé sa solution ! L'un de ses aspects intéresse M. Favarger : celui de la nécrose des suçoirs. On pourrait l'attribuer, dit M. Péter-Contesse, soit au manque de lumière (puisque ces organes s'enfoncent à 10 ou 15 cm dans le bois), soit à leur imprégnation

par la résine. M. Favarger en rechercherait plutôt la cause dans une réaction de l'hôte. Il pense d'ailleurs que tout le problème du gui mériterait d'être repris à l'aide des techniques modernes de la cytologie, pour établir les rapports existants entre l'hôte et le parasite, comme cela a été fait pour les Balanophoracées des genres *Thonningia* et *Balanophora*.

M. Paul Farron relève les qualités de praticien de son collègue, bien précieuses dans une recherche scientifique aussi délicate que celle de la biologie du gui. Il dit avoir consulté une ancienne flore de Mathieu (1860), où l'auteur ne distinguait pas de races, mais des aspects du *Viscum album* changeant de coloration suivant l'hôte. A la question de savoir si la plante s'installe sur le pin dans nos régions, M. Péter-Contesse répond que son établissement sur ce résineux a été constaté à Montcherand, à côté des nombreuses stations valaisannes où les conditions écologiques sont les meilleures, comme le précise M. Favarger.

M. Dubois rappelle que diverses variétés physiologiques de gui, caractérisées par les arbres hospitaliers qui les portent, sont utilisées dans une thérapeutique du cancer : celles du pommier, du chêne, de l'orme, du sapin et du pin, notamment, ont permis d'établir une correspondance entre leur origine et leur action spécifique en rapport avec la localisation des tumeurs cancéreuses. M. Terrier illustre la complexité du problème de la spécificité parasitaire du gui en citant quelques exemples de transfert d'hôtes. Il se demande par ailleurs si l'implantation du parasite détermine vraiment un appel de sève, comme le suppose M. Péter-Contesse, ou si elle conditionne une assimilation plus efficace, qui pourrait avoir comme corollaire une floraison précoce.

Cette longue discussion, dans laquelle M. Langer glisse un éloge bien mérité au talent du photographe, montre que le gui, « végétal lunaire » doué d'une verdeur perpétuelle et ignorant le cycle de nos saisons, auquel l'homme a toujours attribué des vertus extraordinaires et dont la cueillette était le symbole du vieux culte naturiste des plantes, reste plongé, comme le dit Hugo, dans le mystère obscur du bois silencieux et nous laisse errer dans l'incertitude de sa dichotomie.

Séance du 22 avril 1960, tenue à 20 h 15,
au Laboratoire suisse de recherches horlogères,
sous la présidence de M. Charles Terrier, président.

Les candidats suivants sont présentés : Mme Gérard Bauer, à Hauterive, par MM. J. G. Baer et Ch. Terrier ; M. Mario Mosset, D^r^ ès sciences, à Neuchâtel, par MM. A. Mayor et Terrier ; M. Freddy Landry, professeur de mathématiques au Gymnase cantonal, par MM. A. Mayor et Terrier.

M. le président à l'honneur de présenter M. W. Servais, de Morlanwelz en Belgique. Le conférencier, préfet de l'Athénée du Centre et professeur à l'Université de Bruxelles, traite de façon particulièrement vivante des *Problèmes actuels de l'enseignement des mathématiques*. Spécialiste de la logique mathématique, il a publié dans ce domaine des travaux qui font autorité. D'autre part, il s'attache depuis plusieurs années aux problèmes pédagogiques soulevés par les mathématiques modernes. Professeur enthousisate et infatigable, M. Servais a donné une brillante leçon à son auditoire, dont le résumé est dû à l'obligeance de M. André Calame.

La mathématique suscite aujourd'hui plus d'intérêt que jamais. Elle est à la fois une technique au sein de la technique et une culture au cœur de la culture. Nous assistons à une invasion du monde moderne par les mathéma-

tiques qui ne fournissent pas seulement des outils à l'ingénieur et au technicien, mais des moyens puissants et indispensables au statisticien, à l'économiste, au biologiste. Actuellement, la capacité mathématique d'une nation joue un rôle important pour l'avenir du pays. Pour assurer une juste place à l'Europe dans le monde, l'OECE n'hésite pas à voir dans la culture mathématique des populations un moyen appréciable.

Face à cette situation, la pédagogie traditionnelle est dépassée et il est nécessaire que les théories nouvelles pénètrent dans l'enseignement du second degré. Les recherches contemporaines permettent de reconstruire l'édifice mathématique avec une grande unité et il convient de restituer aux mathématiques les trois aspects intuitif, rationnel et efficace.

L'acquisition des notions fondamentales doit reposer sur l'activité des élèves. La théorie des ensembles peut jouer un rôle important. Les relations d'appartenance, d'égalité, d'ensemble vide, d'inclusion, d'intersection, de réunion, de partition en classes d'équivalence conduisent à un symbolisme compréhensible pour les élèves et à des schémas utiles par leur interprétation polyvalente. Ces développements sont accompagnés de nombreux exemples pertinents.

L'aspect rationnel des mathématiques apprendra aux élèves le sens de la démonstration. Nombreux sont les moyens qui peuvent susciter l'imagination et éviter le raisonnement sclérosé.

Enfin, l'efficacité des mathématiques est liée à la résolution de problèmes qui éveillent un réel intérêt. A côté des techniques utiles au physicien, il est urgent de tenir compte des besoins des naturalistes et des économistes. Ceci permet d'introduire le probable à côté du vrai et du faux.

Séance du 6 mai 1960, tenue à 20 h 15,
au Laboratoire suisse de recherches horlogères,
sous la présidence de M. Charles Terrier, président.

Mme Gérard Bauer, MM. Mario Mosset et Freddy Landry deviennent membres de la société.

Mlle Marguerite Wuthrich communique le résultat de ses recherches sur *Les diatomées du lac de Neuchâtel.*

Ce sont des algues silicieuses vivant dans toutes les eaux du globe. Notre lac en abrite plus de 400 espèces qui ont pu être déterminées lors de recherches qui se sont étendues à la zone littorale, à la zone profonde et à la zone pélagique. Le forage de la Motte a d'autre part fourni un matériel qui a servi à étudier les diatomées déposées dans le sédiment depuis l'époque glaciaire.

La zone littorale, explorée systématiquement durant un an, a mis en évidence les changements qui interviennent dans la flore au cours des saisons.

La zone profonde a pu être explorée dans le cadre de la campagne pour l'étude de l'état sanitaire du lac, dirigée par le Laboratoire cantonal de chimie. Au cours de cette campagne des échantillons de vase ont été prélevés en plusieurs endroits et à des profondeurs variant de 10 à 140 m. Les diatomées dénombrées diffèrent dans leurs associations selon le lieu des prélèvements.

La zone pélagique a permis de dresser la liste des diatomées planctoniques et de suivre, par des pêches régulières, le rythme de leur apparition et disparition.

Les sédiments forés sur la Motte mettent en évidence trois zones : la couche inférieure déposée sur la moraine est constituée par de la craie lacustre à laquelle se superpose une couche argileuse surmontée à son tour par une

nouvelle couche de craie. La flore contenue dans la première couche est pauvre au début, elle s'enrichit peu à peu mais la courbe ascendante s'arrête tout à coup et on ne trouve plus de diatomées dans la zone de contact couche inférieure-argile. Le développement reprend dans cette même couche argileuse mais les associations du début, *Amphora-Mastogloia*, disparaissent et ces genres sont supplantés par les *Cyclotella*. La couche supérieure des sédiments est à nouveau constituée par la craie lacustre dans laquelle la flore diatomique est représentée par de nombreuses espèces qui apparaissent au fur et à mesure que l'on remonte la couche.

Plusieurs espèces de diatomées, qui jusqu'ici n'ont pas été signalées en Suisse, ont été décelées dans notre lac, et l'étude entreprise a montré une richesse dans la variété que les rares travaux consacrés à ce sujet ne laissaient pas soupçonner.

Ce travail fondamental, qui sera probablement le point de départ de nombreuses études et que le *Bulletin* a publié intégralement (tome 83, p. 7-40), mérite de vives félicitations. Il suscite une discussion intéressante, à laquelle prennent part MM. Terrier, Baer, Favarger, Portmann et Sollberger.

Selon Mlle Wuthrich, il existe une relation entre le degré de pollution des eaux et la présence de certaines diatomées : l'apparition de *Stephanodiscus astraea* est un signe de « maladie » de notre lac, attestant que les conditions chimiques se modifient. D'autres algues indicatrices, comme *Tabellaria fenestrata* ou *Melosira islandica* (la « mousse » brunâtre des pêcheurs), n'ont pas été signalées par Fuhrmann qui, de novembre 1897 à octobre 1898, effectua des pêches régulières de plancton. La liste de Forel (1874) n'en fait pas mention, et les récoltes de Mauler (1878-1879) ne les contiennent pas. Elles se sont donc vraisemblablement développées depuis le début du siècle. On trouve aussi dans notre lac des amas d'*Oscillatoria* et des masses considérables d'infusoires du genre *Coleps*, qui témoignent d'une véritable invasion. L'apport de la Broye semble en être la cause. On sait, en effet, que le lac de Morat est entièrement pollué et que les bondelles et les palées en ont disparu.

En ce qui concerne la répartition des diatomées dans les sédiments et leur diminution notable à la base de l'argile bleue, il est difficile de proposer une interprétation car ces algues ont une faculté d'adaptation extraordinaire. Elles ne sont guère indicatrices de température. Les diagrammes polliniques de M. Matthey n'accusent pas le même changement que les courbes établies pour les diatomées : il y a bien une chute de la chênaie et du noisetier, mais elle n'est pas notable. Selon Mlle Wuthrich, la variation pourrait être la conséquence d'un apport de l'Aar : les travaux de Lüdy autorisent cette hypothèse. Pour sa part, M. Portmann ne pense pas qu'il s'agisse de variations thermiques mais de conditions de sédimentation. Les algologues de Scandinavie les ont précisées à l'aide d'espèces indicatrices. Mlle Wuthrich reconnaît que la répartition des espèces est fonction de nombreux facteurs : teneur en carbonates, *p*H, température, lumière et oxygénation. Le problème est donc des plus complexes et nécessite la collaboration des chimistes. Le Laboratoire cantonal, dit M. Sollberger, a entrepris une série de recherches dont les résultats ne sont pas encore concluants. Le *p*H a augmenté considérablement et se maintient à un niveau anormal. Mais rien pour le moment ne permet de confirmer ou d'infirmer les données de l'analyse biologique. M. Terrier clôt cette fructueuse discussion en recommandant aux chercheurs de ne pas tirer des conclusions trop hâtives : l'essentiel est d'entreprendre des recherches en commun en vue d'une synthèse future.

Séance du 4 novembre 1960, tenue à 20 h 15,
au Laboratoire suisse de recherches horlogères,
sous la présidence de M. Charles Terrier, président.

En ouvrant la séance, M. le président s'excuse auprès des membres de la société et du comité d'avoir dû renoncer à la réunion publique d'été ; il envisage d'en organiser deux l'an prochain pour contenter ceux qui en conçurent quelque déception.

M. Denys Schwaar, de Boudry, assistant en géologie, est présenté comme candidat par MM. Terrier et Dubois.

M. le président annonce que l'épouse et les enfants de feu le Dr Ed. Rübel ont fait un don de 1000 francs à la Société neuchâteloise des Sciences naturelles en mémoire de l'ancien président de la Société helvétique des Sciences naturelles. D'autre part, notre société a offert à l'Institut de physique de l'Université, à l'occasion de l'inauguration du nouveau bâtiment, une gouache du peintre neuchâtelois Charles-Henri Baratelli.

Dans la partie scientifique, M. Terrier a le plaisir de présenter son collègue P. E. Pilet, professeur à l'Université de Lausanne, qui s'est acquis un renom dans les milieux s'occupant de physiologie végétale, en particulier par ses ouvrages sur les hormones végétales. M. Pilet fait un brillant exposé intitulé : *Les activateurs de croissance chez les végétaux*, illustré de nombreuses projecjections.

Depuis le XVIIIe siècle, de très nombreuses théories ont été proposées pour donner de la croissance des végétaux une interprétation valable. Mais la découverte des *auxines*, c'est-à-dire de ces facteurs de nature hormonale qui président aux processus de divisoin et d'élongation cellulaire, va tout remettre en question. Et peu à peu s'édifie une théorie biochimique de la croissance, dont la complexité va en augmentant au fur et à mesure que se multiplient les travaux consacrés à ce sujet.

Avec la notion d'hormones, et dès 1940, d'autres facteurs sont mis en évidence ; parmi eux citons les enzymes de croissance qui assurent la régulation du catabolisme auxinique. Les propriétés chimiques et biologiques de ces hormones, facteurs naturels par excellence, ont ouvert la voie des composés synthétiques. Aujourd'hui, plus de deux mille substances de croissance sont fabriquées et utilisées dans la pratique horticole.

A côté de ces activateurs, très voisins des auxines endogènes, toute une série de facteurs ont été découverts. Mentionnons quelques-uns d'entre eux.

Les *cinétines* découvertes tout d'abord dans le sperme de saumon et dont la structure est très proche de celle des acides nucléiques. Ces substances interviennent essentiellement sur les processus de division cellulaire.

Les *gibberellines* produites par un champignon parasite du riz et qui sont de puissants activateurs de croissance. Aujourd'hui on a décelé dans les tissus des végétaux supérieurs des composés analogues qu'on a appelés *gibberellines-like-substances*. Ces produits agissent d'ailleurs parallèlement aux auxines et interviennent dans d'innombrables processus biologiques (floraison, sexualité, nutrition, etc.).

D'autres composés encore ont été mis en évidence, qui participent plus ou moins directement à la régulation de la croissance. Mentionnons les *traumatines* qui contrôlent en particulier les échanges osmotiques, les *leucoanthocyanines*, actives surtout dans les processus d'élongation cellulaire et qui établissent le pont entre les hormones de croissance et les pigments cellulaires. Citons encore les *calines* dont on soupçonna depuis longtemps l'existence mais dont la nature chimique reste encore très mystérieuse.

M. Favarger ouvre la discussion en faisant une série de remarques de caractère général, suivies de deux questions relatives aux communications intercellulaires au niveau des plasmodesmes et à la traumatine, agent invoqué pour expliquer les mécanismes de capture des plantes carnivores et dont l'apparition a été prouvée chez les Drosera. Il n'est pas absolument convaincu que les expériences faites à l'aide du radiophosphore — et dont a parlé M. Pilet — vont vraiment démolir l'idée que les cytoplasmes communiquent les uns avec les autres.

Le problème posé par les plasmodesmes et l'ensemble de ces remarques générales devaient susciter entre les deux interlocuteurs une dispute d'école dont le ton, faut-il le dire, resta des plus courtois, une nouvelle querelle des anciens et des modernes, où l'optique des naturalistes systématiciens diffère de celle des physiologistes (biochimistes ou biophysiciens), ceux-ci s'en tenant aux phénomènes pour eux-mêmes et ne voyant dans les manifestations culturales de la carotte, par exemple, qu'une efflorescence chlorophyllienne liée à la croissance des tissus embryonnaires, tandis que ceux-là veulent remonter de cette phénoménisation à une ontologie, à une connaissance de l'être dans son ensemble.

Discussion d'apparence byzantine, au dire du profane, que suscite également le problème des communications ou des non-communications cytoplasmiques au niveau des plasmodesmes, car il faut, disait Musset, qu'une porte soit ouverte ou fermée ! La notion de plasmodesme a toujours opposé les physiologistes aux morphologistes ; selon le conférencier, les travaux de Mangenot ne font pas intervenir ces phénomènes d'échanges qui ne sont visibles ni au microscope ordinaire ni au microscope électronique. Et M. Pilet de conclure que le fossé entre ces deux groupes de chercheurs existe moins dans leurs modes d'activité que dans les conséquences de leur formation de biochimistes ou de naturalistes, et que le retour au tout de l'organisme, souhaité par les seconds, n'est peut-être plus un problème de notre temps.

M. Favarger relève encore tout l'intérêt de l'exposé de son collègue, en particulier l'étonnante adaptation enzymatique qui a une portée philosophique. M. Pilet y voit, en effet, la preuve d'une finalité de fait que l'organisme vivant manifeste par sa potentialité de résistance et d'autodéfense. M. Terrier en fournit d'autres exemples empruntés à la phytopathologie des rouilles et à la physiologie des bactéries ; il se demande si cette adaptation pourrait entraîner des remaniements de leur systématique. M. Pilet pense que ces processus biochimiques n'affectent qu'un chaînon très restreint de la trame chromatique et ne réalisent qu'une modification intime de l'organisme.

Séance du 18 novembre 1960, tenue à 20 h 15,
au grand auditoire du nouvel Institut de physique,
sous la présidence de M. Charles Terrier, président.

M. le président annonce la réception de M. Denys Schwaar comme membre de la société et les candidatures de MM. André Juvet, technicien-horloger, et Jean-Michel Schwendimann, étudiant, présentées respectivement par MM. Attinger et Dinichert, Favarger et Terrier. Puis il donne la parole à M. Jean Rossel, directeur de l'Institut de physique, qui, au nom des professeurs, assistants et étudiants, remercie la Société neuchâteloise des Sciences naturelles du don de la gouache du peintre Baratelli.

M. Rossel a le plaisir de nous accueillir dans le nouvel auditoire où il fait un exposé sur *L'accélérateur de particules et ses possibilités.*

L'institut de physique de l'Université a une mission d'enseignement et une mission de recherches. Le nouveau bâtiment est conçu de façon que ces deux activités s'exercent en se complétant. Le programme est établi pour deux domaines de recherches : la physique du corps solide (plus particulièrement des cristaux diélectriques et semi-conducteurs) et la physique nucléaire (plus spécialement celle du neutron). Bien que ces deux domaines apparaissent différents, ils peuvent s'unir par une certaine communauté des méthodes et des techniques.

Pour mener à bien cette double entreprise, il fallait disposer sur place de moyens d'irradiation appropriés. L'Institut de physique possède maintenant un accélérateur de particules du type Van de Graaff, permettant d'obtenir des faisceaux de protons ou de deutons d'une énergie de 3 millions d'électron-volts. Cet accélérateur est utilisé surtout comme source de neutrons, agents efficaces de bombardement nucléaire. M. Rossel en explique le fonctionnement et en indique les possibilités. Il relève en particulier la très grande stabilité de l'énergie (variations inférieures à 0,3 $^0/_{00}$) qui en fait un instrument de recherche de haute précision. Les trois types de réactions utilisées pour la production des neutrons : protons + tritium, deutons + deutérium, deutons + tritium, fournissent des neutrons dans une très large gamme d'énergie, de 0,3 à 19,6 millions d'électron-volts.

Cette machine, indispensable à l'activité d'une institution de recherche expérimentale même modeste, permet d'aborder des problèmes très actuels, tels que la mesure des niveaux d'énergie dans le noyau ou celle de l'énergie des neutrons par leur vitesse en vue d'une meilleure compréhension des réactions nucléaires. Actuellement elle opère à l'aide de deutons accélérés, projetés sur une cible de néon (Ne^{20} et Ne^{22}), d'où formation de deux isotopes du sodium (Na^{21} et Na^{23}) et production de neutrons rapides.

C'est par de semblables expériences que la physique moderne parvient à mieux connaître ce qui se passe dans la matière à l'échelle atomique.

Puis M. Rossel convie ses auditeurs à la visite du nouvel institut.

Séance du 2 décembre 1960, tenue à 20 h 15,
au Laboratoire suisse de recherches horlogères,
sous la présidence de M. Charles Terrier, président.

MM. André Juvet et Jean-Michel Schwendimann sont acceptés comme membres ordinaires de la société.

La partie scientifique de la séance est consacrée à une étude intitulée : *Les problèmes des eaux polluées.* M. F. Achermann, chimiste cantonal, envisage la question d'un point de vue général, dans le but de démontrer la nécessité urgente de protéger notre patrimoine par une collaboration non seulement des techniciens mais de tous les habitants du pays.

Parler des eaux usées équivaut à parler de l'eau potable, car les deux eaux sont en rapport étroit ; le problème des premières ne va pas sans celui des deuxièmes, car les eaux usées, non canalisées, non traitées pour les débarrasser de toutes leurs impuretés, peuvent à chaque instant souiller le bassin d'alimentation des eaux potables.

En Suisse, on trouve tout naturel, quand on ouvre un robinet d'eau, de voir s'écouler un liquide limpide et on s'attend à ce qu'il réponde aux

exigences élémentaires de l'hygiène. Qui donc, en exécutant journellement et machinalement ce geste, réalise vraiment ce que représente de travail, de surveillance, de contrôle, le fait d'avoir à sa disposition cette eau si claire, si nécessaire surtout, liquide le plus précieux que la nature ait mis à la disposition de l'homme. Car, sans eau, pas de vie, puisqu'elle est le facteur primordial de toutes les fonctions vitales.

La protection des eaux contre la pollution, tâche urgente et nationale pour chaque Etat de l'Europe, ne s'arrête pas aux frontières des pays. Celui qui se trouve en aval d'un cours d'eau est obligé d'utiliser l'eau telle qu'elle est en amont. La ville de Bâle, par exemple, doit se contenter de toutes les pollutions que charrie le Rhin, alimenté par ses affluents qui parcourent une grande partie des cantons suisses. La Hollande à son tour reçoit par le Rhin toutes les immondices d'une grande partie de l'Europe. On ne pourrait pas trouver meilleur exemple de pollutions d'abord et de la nécessité d'une véritable collaboration européenne ensuite.

C'est déjà en 1946 que le Gouvernement hollandais a attiré l'attention des gouvernements riverains du Rhin, soit de ceux de la France, du Luxembourg, de l'Allemagne et de la Suisse sur l'augmentation constante de la pollution du Rhin. La Commission internationale que préside le professeur Jaag, à Zurich, fut créée pour la protection du Rhin contre les pollutions. De longs préliminaires n'ont permis de commencer qu'en 1953 les travaux effectifs, soit la même année où le peuple suisse a voté à une majorité écrasante le nouvel article de la constitution concernant la protection des eaux.

Regardons maintenant d'un peu plus près ce qui se passe dans le Rhin, fleuve d'une longueur de plus de 1200 km. Le Hinterrhein prend naissance dans les vallées du Rheinwald, parcourt le Domleschg pour rejoindre à Reichenau le Vorderrhein. Les eaux d'une pureté cristalline répondent au début aux exigences d'une eau potable, à savoir absence de *Bacterium coli* et teneur en germes en dessous de 100 par ml. Mais déjà les eaux usées de quelques localités d'une certaine importance, telles que Thusis, Ilanz et Reichenau, élèvent le nombre de germes au-dessus de 1000 à certaines époques. Sur cette petite distance, l'autoxydation élimine encore le plus grand nombre des bactéries.

A Ems, le fleuve doit subir les eaux usées de la grande usine de cellulose et de sucre. Les produits organiques assimilables nourrissent environ 100 000 bactéries. Coire, avec ses eaux domestiques, contribue largement à la pollution. A travers la vallée saint-galloise, le Rhin a de nouveau le temps de s'épurer, de sorte que, lorsqu'il se déverse dans le Bodan, le nombre de germes n'est plus que d'un millier en moyenne par ml.

Il y a un peu plus de vingt ans, le Bodan avait encore un caractère oligotrophe, et ceci grâce au Rhin qui, avec ses immenses masses d'eau, le traverse comme dans un lit de rivière à la surface ou comme enfermé dans une conduite à une profondeur de 20 à 25 m. Le régime de l'oxygène est favorable aussi bien superficiellement qu'en profondeur. Le carbone s'y trouve sous forme d'acide carbonique à l'état libre ou de bicarbonate. Les quantités de phosphore sont minimes. L'état du plancton est normal surtout dans la partie supérieure du lac. La croissance des algues n'a rien d'inquiétant. Bref, le lac subvient facilement à son auto-épuration ; il respire, comme on dit, et le poisson abonde.

Viennent les années de guerre avec le plan Wahlen et ses cultures intensives du coté suisse. Les engrais azotés et phosphatés se comptent par millier de tonnes ; ils sont lavés par les précipitations, charriés par les affluents et déposés à leurs embouchures au fond du lac.

Après la guerre, la population augmente et apporte ses eaux usées des W.-C., des salles de bains, des cuisines et des lessiveries. Fèces et urine

contribuent à l'augmentation de l'azote ; les déchets de cuisine et des lessiveries nous apportent le sel et les terribles détergents.

L'industrie, tout autour du lac, prend un essor fantastique et, selon le principe « tout à l'eau », amène à son tour des tonnes et des tonnes de déchets.

Le lac présente encore des rives attrayantes qui attirent chaque année des touristes par centaine de mille. Les courses des bateaux augmentent, non seulement ceux de plaisance mais également ceux des pêcheurs professionnels, apportant benzine et mazout qui influencent défavorablement le régime d'oxygène de l'eau. Huiles, mazout et benzine sont encore apportés en grande quantité par les garages et les tanks pour le chauffage des habitations.

Les rives se polluent de plus en plus, les engrais phosphatés et azotés contribuent au développement massif des algues et du plancton. De l'état oligotrophe, le lac passe à l'état eutrophe. L'épilimnion est sursaturé d'oxygène par suite d'une plus forte activité d'assimilation des organismes. La transparence de l'eau diminue ; elle se trouble ; de la jolie couleur bleue verdâtre, elle passe au gris-vert. Et c'est l'homme, malgré les immenses progrès de l'hygiène, qui a souillé la source de son alimentation. Les nombreux captages sous-lacustres qui amenaient jusqu'à présent l'eau sur les filtres à sables de quartz ne suffisent plus. On est obligé de dégerminer l'eau au moyen du chlore ou de l'ozone.

Le bas-lac se pollue de plus en plus et est envahi par toutes espèces d'algues, car cette partie du lac est moins profonde, et la circulation d'eau est presque arrêtée.

Le tableau qui vient d'être brossé, à l'aide de l'exemple du Bodan, peut malheureusement s'appliquer à n'importe quel lac suisse. La densité de la population par mètre carré et l'essor industriel sont partout de la même grandeur. Pour notre lac, heureusement, la situation n'est pas encore aussi alarmante, quoique le problème des eaux usées se pose avec la même acuité.

Dans le lac Léman, les travaux de Forel, exécutés en 1880, relevaient une teneur en oxygène de 10.01 mg/l par un fond de 300 m, alors que cette teneur s'est abaissée à 3,65 mg/l à la même saison et au même point en 1960.

L'état du lac de Morat est bien connu. La vase du fond du lac est un véritable lit d'engrais, alimenté par la Broye et tous les autres égouts. L'*Oscillatoria rubescens* règne en maître et s'implantera de plus en plus dans notre bas-lac, grâce au canal de la Broye qui, par ailleurs, charrie au surplus les déversements de toute une série de canaux drainant les Grands-Marais.

On a pu lire dans les journaux qu'il faudrait amener une conduite jusqu'au fond du lac pour aérer ou oxygéner les eaux.

Certes, le régime de l'oxygène serait amélioré, mais le problème du phosphore et de l'azote ne serait pas résolu pour autant, aussi longtemps que l'on n'aura pas traité les affluents et conduites d'égouts.

Jusqu'à présent, il a surtout été question des teneurs en oxygène dans l'eau et du nombre de germes par ml (qui, dans le Rhin, à la frontière germano-hollandaise, est de plusieurs millions). On dispose naturellement encore de toute une gamme d'autres indices pour juger de l'état de pollution d'une eau, tels que DBO_5, oxydabilité, nitrites, ammoniaque et teneur en chlorures (dont 29 000 tonnes environ sont charriées journellement par le Rhin jusqu'en Hollande). Dès le bassin rhéno-westphalien avec ses cockeries, les usines à gaz, etc., le Rhin se charge encore de grandes masses de phénols qui rendent difficile le captage de l'eau souterraine à proximité des rives, cause de la formation de chlorophénols rendant l'eau impropre à la consommation humaine.

On pourrait évidemment allonger encore le tableau des pollutions du Rhin ou de ses affluents. Il suffit de faire un voyage en bateau de Bâle à Rotterdam pour constater le changement de couleur des eaux qui, avant la frontière hollandaise déjà, a passé au brun chocolat. Et l'on ne pourrait plus s'empêcher de sourire, en lisant sur une carte de menu le terme « saumon du Rhin ». En effet, ce noble corégone a disparu depuis longtemps de ce fleuve, et ce qu'on nous sert provient des rivières encore saines des pays nordiques, si ce n'est du Canada.

Et ce qui se passe dans le Rhin, nous pouvons le constater tout près de chez nous. Qu'on songe au Doubs qui, le long de la frontière franco-suisse, charrie les égouts de La Chaux-de-Fonds et du reste des Montagnes neuchâteloises.

Dans notre pays, le problème de l'épuration se corse encore du fait que l'industrie horlogère emploie en quantité industrielle cyanures et autres solvants, tels que le tri, benzène, etc., produits extrêmement toxiques qui doivent être neutralisés avant qu'on puisse penser à une épuration biologique quelconque.

D'autre part, les hôpitaux sont astreints à désinfecter leurs eaux usées, afin que les germes pathogènes soient rendus inoffensifs. Mais plus en aval le désinfectant ne doit pas neutraliser l'action biologique de la station d'épuration.

Voilà la situation dans laquelle se trouve l'homme de la deuxième moitié du XXe siècle en dépit des progrès techniques et hygiéniques.

Nous avons l'obligation de préserver notre lac de toute pollution afin qu'il puisse constamment servir de réservoir d'eau potable, qu'il continue à nous fournir le délicieux aliment qu'est le poisson et « last but not least », rester un lieu de délassement et d'attrait touristique !

Dans un second exposé, M. H. Sollberger, chimiste cantonal adjoint, traite le problème des eaux polluées à l'échelle régionale, en expliquant l'organisation de la campagne limnologique et la marche des travaux entrepris depuis 1957 pour le lac de Neuchâtel. De nombreux et très beaux clichés en couleurs montrent, dans le décor lacustre, les appareils utilisés au cours des expéditions scientifiques pour la mesure du pH, de la température, de la conductibilité électrique, de la transparence de l'eau, de l'absorption de la lumière, pour les carottages et les bennages, les sondages thermo-électriques, l'étude des mouvements de l'eau, etc.

Pour apprécier le degré de pollution auquel un lac est parvenu comme pour suivre son amélioration au moment où se fait l'épuration des eaux qui s'y déversent, il est indispensable d'étudier à la fois la composition de la nappe d'eau et son évolution durant une période suffisamment longue. C'est pour cela que, dans le cadre régional neuchâtelois, la lutte contre la pollution des eaux se préoccupe de l'état sanitaire de notre lac. C'est pour cela aussi qu'une campagne limnologique a commencé en 1957 et qu'elle se poursuit de nos jours encore. Entreprise par les services techniques compétents des cantons de Neuchâtel et de Vaud, avec l'appui du Service fédéral de la protection des eaux et avec le bienveillant concours d'institutions universitaires et officielles, cette campagne cherche à établir un tableau de la situation de notre lac, aussi bien au point de vue scientifique que de celui des moyens à adopter pour faire cesser les déversements massifs de substances polluantes dans les eaux.

Utilisant des méthodes communes pour ce travail, les laboratoires cantonaux de Neuchâtel et de Vaud, assistés de l'inspection de la pêche de Neuchâtel, ont déjà effectué un grand nombre d'expéditions scientifiques sur notre lac (la centaine est largement dépassée depuis 1957).

Le nombre de facteurs à considérer pour pouvoir juger de l'état d'une nappe d'eau est très grand. Les variations dans la composition de l'eau et des sédiments sont nombreuses mais, le plus souvent, de faible amplitude. Les conditions météorologiques durant les périodes d'observation varient très souvent aussi et contribuent fortement à brouiller les données du problème. A ces conditions, presque générales pour les grands lacs, vient s'ajouter pour le nôtre le manque de données anciennes ou de longues durées. Nous possédons bien des travaux plus ou moins anciens, fort bien exécutés, mais s'étendant à des domaines restreints et à des périodes d'observations relativement courtes.

C'est pourquoi l'étude en cours est organisée selon les principes de la limnologie moderne : elle vise à accumuler beaucoup de résultats dans les domaines de la chimie et de la physique, ainsi que de la biologie et de la sédimentologie, comme aussi de l'étude des profils thermiques et des courants sous-lacustres. Ainsi s'appliquent des principes et des méthodes semblables à ceux de la météorologie. Il s'y ajoute, depuis moins longtemps toutefois, une étude systématique de l'eau apportée au lac par les affluents.

La grosse quantité de résultats accumulés nécessitera encore plusieurs mois de dépouillement. Mais, en même temps qu'un tableau de la situation actuelle du lac de Neuchâtel, on disposera alors de données intéressantes pour les années à venir, puisqu'elles refléteront, entre autres, la composition des eaux de notre lac avant la deuxième correction des eaux du Jura.

M. le président remercie les deux conférenciers et ouvre la discussion. M. Quartier relève que grâce à la campagne limnologique, lancée par le laboratoire cantonal, une ère nouvelle a été inaugurée dans l'étude du lac de Neuchâtel. MM. G. Nicolet et Cl. Attinger interviennent à leur tour, demandant l'un ce qui se fait sur le plan international, l'autre si l'on procède au contrôle de la radioactivité. M. Achermann répond que de nombreux établissements industriels du bassin de la Rhur travaillent déjà en circuit fermé, tandis qu'en Suisse l'EAWAG fonctionne comme annexe de l'Ecole polytechnique fédérale. Une autre équipe, à laquelle s'intéressent les cantons du Valais, de Vaud et de Genève, s'occupe de la protection du Rhône. Quant au problème de la radioactivité, il est momentanément laissé de côté.

M. Langer remercie à son tour les deux conférenciers et félicite M. Sollberger de la qualité de ses clichés.

La question de l'épuration des eaux de papeterie et celle des détergents retiennent encore l'attention. On apprend, en ce qui concerne les premières, que les Américains sont près d'aboutir à une solution. Quant aux seconds, nos usines étudient ces produits de grande stabilité, afin d'en augmenter la solubilité.

**Séance du 16 décembre 1960, tenue à 20 h 15,
au Laboratoire suisse de recherches horlogères,
sous la présidence de M. Charles Terrier, président.**

M. F. Martin, président du conseil communal, fait un exposé sur *La future station d'épuration des eaux de la ville de Neuchâtel.*

La loi fédérale sur la protection des eaux est entrée en vigueur le 1er janvier 1957. Les cantons ont été mis dans l'obligation de mettre leur législation en harmonie avec cette loi et son règlement d'application jusqu'à fin 1957.

C'est ce qui a été fait dans le canton de Neuchâtel pour la date fixée, et le chef-lieu a immédiatement fait procéder à une étude portant sur la création d'une station d'épuration.

Pourquoi faut-il prévoir l'assainissement des eaux et spécialement celui de notre lac ? Il suffit de savoir que des vagons de déchets et d'immondices de tous genres charriés par nos rivières sont retirés des grilles des usines hydro-électriques, pour se rendre immédiatement compte de l'origine de la pollution de nos cours d'eau. Si la méthode du « tout à l'égout », généralisée par la technique moderne, a contribué pour une grande part à l'amélioration de l'hygiène de nos villes et de nos habitations, il faut admettre aussi que l'on n'a pas supprimé les dangers d'infection, mais qu'on les a simplement éloignés. La ville de Neuchâtel, qui déverse chaque année dans le lac 20.000 t. de boue, contribue ainsi fortement à la pollution des eaux. Qui pourrait contester l'obligation devant laquelle se trouvaient les autorités de contribuer à l'assainissement de notre lac ?

Le seul remède possible à la pollution des lacs est la clarification des eaux d'égouts, ménagères et industrielles, avant leur déversement dans les nappes d'eau superficielles. Il faut supprimer cet apport de matières nutritives, c'est-à-dire éviter cette fumure involontaire. Ainsi, nous diminuerons la production végétale et animale du plancton. L'oxygène dissous dans l'eau pourrait alors suffire pour désagréger la matière organique par voie aérobie.

Pour procéder à cette clarification, la construction d'une station d'épuration est indispensable. C'est la seule installation qui permet d'épurer convenablement les eaux usées d'une agglomération. Le critère majeur qui fixera la position d'une station, sera constitué par la recherche du plus grand bassin d'alimentation possible. Ce seront donc bien les limites topographiques délimitant le bassin versant qui devront être prises en considération, et non des frontières politiques. La surface du bassin versant pris en considération pour Neuchâtel, représente 668 hectares. La station d'épuration devra se trouver à une altitude suffisamment basse pour que les eaux usées puissent y être conduites le plus économiquement possible, c'est-à-dire par écoulement naturel.

Pour Neuchâtel, le projet prévoit de construire la station d'épuration à la Maladière, au sud du bâtiment de la Société de navigation, sur un terrain de 1,5 ha gagné sur le lac. Cette situation est favorable, car à l'est le port du Nid-du-Crô, à l'ouest et au nord les terrains sportifs séparent la station des zones habitées. Du point de vue hydraulique, cet emplacement présente l'avantage de pouvoir y conduire par simple gravité les quatre cinquièmes des eaux usées de la ville. De plus, la proximité de l'usine à gaz, source d'énergie calorifique, permet toutes sortes de combinaisons et d'échanges : livraison de gaz méthane, fourniture d'eau surchauffée pour les digesteurs et pour la station de séchage des boues, fours à boues séchées, etc.

La création d'une station d'épuration implique une concentration de tous les collecteurs d'eaux usées au point choisi. La solution est difficile à trouver pour une ville située au bord d'un lac, car tous les égouts débouchent à la même altitude, le plan de la nappe d'eau. L'ossature du réseau actuel des égouts de Neuchâtel s'inspire du schéma dit « perpendiculaire » ou à « écoulement direct ». Ce système se caractérise par ses multiples débouchés (vingt-quatre) répartis le long des 6,5 km de rives, et par l'orientation perpendiculaire au lac de ses artères. Il sera donc nécessaire d'établir plusieurs collecteurs qui reportent l'effluent vers la station d'épuration.

Ces collecteurs seront construits aux deux extrémités de la ville, et se dirigeront vers la station d'épuration ; tout le long du parcours, ils recueilleront

les eaux débouchant des artères existantes et les conduiront par gravité au débouché unique de la Maladière. Les canalisations seront dimensionnées pour 400 l/habitant/jour, pour le système unitaire (calculs faits pour un bassin versant de 80.000 habitants). Ces travaux nécessiteront la construction de 13.300 mètres de canalisations nouvelles, de 8 stations de pompage, de 1200 m de conduites de refoulement des stations de pompage dans les collecteurs intercepteurs, et d'un certain nombre de déversoirs d'orage. Cette année, les canalisations seront posées dans un secteur du faubourg du Lac et à la rue de Pierre-à-Mazel. Les canalisations pour les collecteurs principaux sont prévues en tuyaux de ciment de haute qualité (diamètre de 30 à 80 cm ou ovoïdes 60/90 à 80/120 cm en profils spéciaux construits sur place).

Dans le projet de station d'épuration de notre ville, les eaux seront déchargées des boues qu'elles contiennent en passant successivement dans les appareils suivants : dessableurs, désintégrateurs des matières solides, déshuileurs-préaérateurs, décanteur primaire circulaire, bassin des boues activées en anneau autour du décanteur primaire (par insufflation d'air), décanteur final.

Les boues recueillies dans les décanteurs et les déchets écumés seront pompés dans le digesteur primaire, où la digestion sera assurée par chauffage à 30° C et brassage par circulation de gaz méthane, puis dans le digesteur secondaire tranquille.

La durée de digestion des boues est de trente jours. Il est prévu qu'en 1980, 2800 m³ par jour de gaz méthane seront produits par la station d'épuration. Le chauffage des digesteurs et la déshydratation des boues en consommeront chacun 800 m³ par jour. Il restera donc 1200 m³ par jour de gaz (passablement plus riche que le gaz ordinaire) à livrer à l'usine à gaz.

Notons encore que la force électrique installée à la station sera de 325 CV.

Actuellement, 80.000 m³ de déblais ont déjà été déversés au sud du quai Comtesse, pour former la ceinture de la station d'épuration. Pour protéger ces déblais, 5400 tonnes d'enrochement ont été déposées.

La ville de Neuchâtel est ainsi à l'avant-garde dans la réalisation de l'épuration de ses eaux. Les autorités sont reconnaissantes envers la population qui accepte de financer ces travaux urgents. Les analyses du lac, faites sous l'experte direction de M. F. Ackermann, chimiste cantonal, prouvent que la situation a évolué défavorablement ces dernières années, spécialement sur le littoral proche de la ville. C'est donc bien un devoir national que constitue la lutte contre la pollution des eaux.

La discussion à laquelle prirent part M. et Mme Jean Rossel, MM. Cl. Attinger, Sterchi, Thiel, Langer, Sollberger et Terrier, permit au conférencier de donner un complément d'information sur le fonctionnement de la station et les installations qu'elle nécessitera en ville. M. Rossel se demande si les techniques modernes ne permettraient pas d'établir la canalisation collectrice dans le lac, ce qui éviterait des fouilles considérables et une entrave à la circulation. M. Martin lui répond qu'une telle entreprise serait très onéreuse en raison de la profondeur du rivage et des dommages prévisibles pour une installation sous-lacustre. Quant au projet adopté — et en réponse à MM. Attinger et Langer — on prévoit la mise en service en 1966, ce qui implique d'abord l'établissement de la station, puis l'installation des canalisations — conditionnée elle-même par la suppression des trams 6 et 7 — enfin le remblayage le long des quais jusqu'à Beaulac, corrélativement avec le curage des canaux de la Thielle et de la Broye. La pente minimum de 1% est suffisante pour éliminer les déchets lourds, car les secteurs à pente plus forte fonctionneront comme chasse. On envisage la possibilité de purges

et de postes de secours, susceptibles de parer aux inconvénients résultant de pannes d'électricité prolongées.

Tandis que M. Sollberger se préoccupe non seulement de l'épuration de l'eau, mais aussi des pollutions atmosphériques et, partant, de la sauvegarde de la verdure, M. Terrier songe aux souillures par le mazout, les huiles et la benzine des garages. On ne manquera pas, répond M. Martin, de replanter où l'on aura abattu (l'orme vénérable en face de l'Université, par exemple) et d'éviter l'arrivée de ces matières essentielles par leur récolte au moyen de réservoirs-citernes. Sur quoi M. le président conclut la discussion, en montrant tout l'intérêt que la société porte à ce problème urgent.

Assemblée générale du 3 février 1961, tenue à 20 h 15, au Laboratoire suisse de recherches horlogères, sous la présidence de M. Charles Terrier, président.

Partie administrative

Les rapports statutaires sont lus et adoptés, ainsi que les comptes de l'exercice 1960, après lecture du rapport des vérificateurs, et le budget pour 1961, présentés par M. Richard.

Le montant de la cotisation n'est pas modifié.

M. J.-P. Portmann est élu par acclamation comme nouveau membre du comité et comme vice-président. M. Terrier le remercie d'accepter ce mandat et le félicite.

M. Thiel remercie le comité de sa gestion et, en particulier, les membres chargés de mandats spéciaux.

La candidature de M. Claude Béguin, étudiant en sciences, est présentée par MM. Favarger et Terrier.

Partie scientifique

M. Roger de Perrot fait un exposé intitulé : *Considérations sur la deuxième correction des eaux du Jura. Influence sur le climat.*

La région dont le régime hydraulique nous intéresse est celle des lacs de Morat, de Neuchâtel et de Bienne, des plaines marécageuses qui les entourent et de leurs affluents, puis de l'Aar qui s'en écoule. En tout, une surface d'environ le quart de la Suisse.

Dès 1816, onze inondations en vingt ans, la plupart très graves, créent la nécessité d'abaisser le niveau des lacs et de les régler.

Philippe Suchard père s'intéressa à la question en proposant de jeter la Sarine et la Singine réunies dans le lac de Morat, tandis que l'Aar poursuivrait son cours normal d'Aarberg à Büren. Mais son projet ne fut pas accepté.

L'ingénieur grison La Nicca eut l'idée de jeter l'Aar, qui contient les eaux de la Sarine et de la Singine, dans le lac de Bienne par le canal de Hagneck. La sortie des eaux en est assurée par un canal de Nidau à Büren, où celui-ci rejoint le lit de l'Aar. Par raison d'économie le creusage de l'Aar jusqu'à Soleure et l'Emme ne fut pas terminé. Des tassements des plaines provoquèrent des inondations, notamment en 1910.

Samuel de Perrot, ingénieur, étudia le régime de nos eaux, l'influence de l'eau froide qui nous vient des glaciers sur le climat et la vigne, par suite de la

correction des eaux du Jura. Pour lui, la solution n'était pas d'en abaisser davantage le niveau par une deuxième correction, comme voulait le faire l'ingénieur Peter dans son projet de 1921, mais d'évacuer les eaux des lacs en augmentant le débit du canal Nidau-Soleure.

En 1956, les cinq cantons de Berne, Soleure, Fribourg, Vaud et Neuchâtel signèrent un concordat pour entreprendre les études et les travaux nécessaires à parfaire la première correction des eaux du Jura en l'adaptant aux conditions actuelles. La direction des projets et des travaux fut confiée au professeur R. Müller, ingénieur civil.

L'idée principale du projet de deuxième correction des eaux du Jura est d'augmenter le débit du canal de l'Aar, de Nidau jusqu'à l'Emme. Suivant nos exigences, présentées en faveur de la navigation, le professeur Müller accepte de prévoir et de garantir 5 m de profondeur, même par les eaux les plus basses.

Une partie du travail sera effectuée par dragage et excavation, tandis que le principal sera fait par érosion de l'Aar. La Thielle (Neuchâtel) sera également creusée à 5 m, tandis que la Broye le sera à 4 m.

L'amélioration consécutive à la deuxième correction des eaux du Jura résultera de l'augmentation du débit de l'Aar de 230 m³/s, tandis que l'apport d'eau dans les trois lacs restera le même. Ce plus fort écoulement permettra de réduire la montée des eaux dans les lacs en cas de crue et l'amplitude des variations de niveau de 3,05 m actuels à 1,70 m exigé par les cinq cantons. La cote minimum de 428,70, garantie pour le lac de Neuchâtel, pourra être tenue. Le niveau ne tombera pas plus bas. Par l'agrandissement des sections de la Thielle (Neuchâtel) et de la Broye, les effets du principe des vases communicants se manifesteront plus rapidement dans les trois lacs, qui bénéficieront de la même amplitude réduite de variations de niveaux. Cette réduction, qui abaisse les niveaux les plus hauts et élève les niveaux les plus bas, constitue une garantie contre les inondations prévisibles par suite des futurs tassements des régions marécageuses qui entourent les trois lacs.

Le projet de deuxième correction des eaux du Jura, ainsi appliqué, atteint un degré de perfection qu'il n'est possible d'égaler d'aucune autre façon. Encore faut-il que le réglage soit fait avec prudence, de façon à rester dans les capacités pour lesquelles ce vaste système hydraulique est conçu. Si l'on surcharge la capacité de nos lacs par des apports d'eau additionnels, les cotes limites prévues des niveaux supérieur et inférieur seront dépassées, de même que l'amplitude des variations de niveaux. Et l'on retombera dans les mêmes défauts de réglage et leurs conséquences : inondations alternant avec de trop basses eaux. C'est ce qui arrivera si, par convention de réglage, on garantit de limiter à 850 m³/s le débit de l'Aar à Murgental après l'Emme, tandis que son débit naturel constaté est de 1100 m³/s. En cas de crue générale, au lieu de laisser les vannes ouvertes à Nidau, comme cela est prévu par le projet de deuxième correction des eaux du Jura, on les fermerait au moment de pleine hausse des eaux. Il en résulterait une montée artificielle de l'eau dans les trois lacs. Par suite de nouveaux tassements des régions marécageuses, des inondations se produiraient. Le seul moyen d'y remédier serait d'abaisser le niveau inférieur au-dessous de 428,70. L'amplitude des variations de niveaux augmenterait à nouveau. La norme garantie de 1,70 m, avec cote d'attente de 429,40, ne serait plus observée.

Par le projet de deuxième correction des eaux du Jura, le débit de l'Aar sera augmenté de 250 m³/s. Si l'on n'accepte pas de garantir un maximum de 850 m³/s à Murgental, il deviendra nécessaire de prendre des mesures pour protéger contre l'inondation les régions au-delà de l'Emme. C'est pourquoi

il paraît indispensable de poursuivre l'approfondissement de l'Aar à 5 m de profondeur minimum à partir de l'Emme jusqu'au Rhin.

Il est indéniable qu'à la suite de la première correction des eaux du Jura, l'eau des glaciers, qui pénétra dans le lac de Bienne par le canal de Hagneck, produisit un refroidissement de la température ambiante. Lorsque la Thielle refoule, elle transmet au lac de Neuchâtel une partie de cette eau très froide. Actuellement, ces refoulements ont surtout lieu pendant l'été, saison de fonte des neiges dans les Alpes.

Par la deuxième correction des eaux du Jura, l'augmentation du débit du canal Nidau-Soleure permettra d'évacuer directement dans l'Aar toute l'eau qui pénètre normalement dans le lac de Bienne par le canal de Hagneck. Ceci se passera surtout pendant l'été, sans que la Thielle ait plus à refouler pendant les neuf mois de belle saison. Il deviendra possible d'en limiter le refoulement aux trois mois d'hiver. Cette réduction de l'apport d'eau froide aura tendance à améliorer les conditions climatériques de nos régions.

L'approfondissement de l'Aar et de la Thielle (à Neuchâtel) à 5 m, de la Broye à 4 m, aura pour effet de permettre la navigation du plus gros tonnage qui parvient jusqu'à Bâle, sur une longueur de presque 100 km, soit d'Yverdon et Morat jusqu'à l'Emme, à la condition que les trois méandres de l'Aar, entre Büren et Soleure, soient supprimés. Ceci constituera un bienfait économique sensible pour notre pays. Il serait précieux de maintenir cette profondeur de 5 m jusqu'à Koblenz et, si possible, pour le Rhin.

Dans la discussion, M. Portmann se demande si l'on a tenu compte de l'influence du recul des glaciers. Qu'adviendrait-il au cas où ce recul s'accentuerait ? On essaie d'agir sur une variable, mais il y en a d'autres ! Songe-t-on d'autre part aux apports des alluvions ? M. de Perrot répond qu'on ne possède aucun renseignement sur le retrait des glaciers et qu'en ce qui concerne l'Aar et la Sarine, les alluvions restent dans les lacs que leurs eaux traversent.

M. Guyot relève la complexité de ce problème : il faut tenir compte des variations séculaires du climat, de la périodicité des précipitations, prévoir l'importance des tassements de terrains et la destinée des matériaux enlevés par l'érosion du fond de l'Aar. Si La Nicca n'avait pas envisagé l'importance de ces tassements, répond M. de Perrot, le professeur Müller a estimé qu'ils seraient de un centimètre par an, soit un mètre pour les cent prochaines années. Quant à l'érosion, ce sont les crues qui l'assureront, et les produits s'accumuleront au-devant des barrages ou iront à la mer.

M. Terrier se demande si des infiltrations latérales ne se produiront pas à la suite de l'excavation par érosion, telle qu'elle est envisagée à partir de Büren. M. de Perrot pense qu'elles sont possibles mais peu probables, en raison de la présence de marnes, de sables ou de molasse. Enfin, M. le président clôt la discussion en remerciant le conférencier d'avoir exposé ce problème dont l'importance n'échappe à personne et qui, pendant trois générations, a illustré la famille de Perrot comme un privilège dynastique.

Rapport sur l'activité de la société en 1960

Comité. — Le nouveau comité, élu pour la période administrative 1960-1962, est composé comme suit : président, M. Ch. Terrier ; vice-président, vacant ; secrétaire-rédacteur, M. G. Dubois ; secrétaire-correspondant, M. R. Guye ; caissier, M. P. Richard ; archiviste, M. J. G. Baer ; assesseurs, MM. Cl. Attinger, R. Bader, P. Dinichert, Ed. Guyot, A. Mayor, J. Rossel et M. Wildhaber. Reviseurs de comptes, MM. O. Thiel et A. Calame. M. Cl. Favarger a donné sa démission du comité. Qu'il veuille trouver ici l'expression de nos remerciements pour sa féconde activité au sein de l'ancien comité.

Le comité s'est réuni deux fois.

Séances. — Au cours de l'année 1960, la société a tenu dix séances où furent présentées dix conférences. Signalons que l'une d'elles eut lieu au nouveau laboratoire de physique. Son directeur, M. J. Rossel, eut l'amabilité de le faire visiter aux nombreux membres présents, après leur avoir révélé les possibilités de recherches offertes par l'accélérateur de particules. De nombreux membres ont regretté que la séance publique et la sortie d'été, prévues par les statuts, n'aient pas eu lieu.

Sociétaires. — L'effectif des membres, de 332, a diminué d'une unité au cours de l'année par suite de 16 sorties que n'ont pas réussi à compenser les entrées, au nombre de 15. Il y a longtemps que la diminution d'effectif n'avait plus été aussi faible. Nous déplorons le décès de MM. A. Wildhaber, pharmacien, et A. Studer, ingénieur.

Prix. — Nos prix d'encouragement (bons de 25 francs pour l'achat de livres) ont été décernés à MM. Michel Robert (section littéraire), Max-Albert Knus (section scientifique) et Gilbert Pingeon (section pédagogique) du Gymnase cantonal, et à Mlle Christiane Gaschen de l'Ecole supérieure de jeunes filles.

Dons. — La société s'est fait un plaisir d'offrir à l'Institut de physique une gouache de l'artiste Ch.-H. Baratelli, de La Chaux-de-Fonds, destinée à orner une des parois du premier étage du nouveau bâtiment.

Un don de 1.000 francs est parvenu à la société de la part des héritiers de feu le professeur Edouard Rübel, ancien président central de la Société helvétique des Sciences naturelles. Nous sommes d'autant plus touchés et reconnaissants de ce geste que le défunt n'avait aucune attache particulière avec la S.N.S.N.

En outre, divers établissements ont renouvelé leur appui à notre société par des dons. Ce sont : Câbleries électriques de Cortaillod, 500 fr. ; Câbleries et Tréfileries de Cossonay, 200 fr. ; Crédit suisse, 50 fr. ; Dubied et Co. S.A., 100 fr. ; Fours Borel S.A., 100 fr. ; Imprimerie Centrale, 100 fr. ; Métaux Précieux S.A., 50 fr. ; Reno S.A., 100 fr. Que ces généreux donateurs veuillent bien trouver ici encore l'expression de notre reconnaissance.

Bulletin. — Le tome 83 est sorti de presse en juin. Il contient six travaux de zoologie, dont les auteurs sont MM. Aellen, J. G. Baer et Ed. della Santa, G. Dubois et R. Rausch, J.-L. Perret, L. Euzet et A. Raibaut, deux travaux

de botanique de Mlle Wuthrich, Mme M. M. Duckert et M. Cl. Favarger, ainsi que les observations météorologiques faites à l'Observatoire de Neuchâtel par M. W. Schuler, et les procès-verbaux des séances de l'année 1959-1960.

Le président,
(signé) Ch. Terrier.

Rapport de la Section des Montagnes

Comité. — Président : M. Willy Lanz, sous-directeur du gymnase ; vice-président : M. Charles Borel, professeur au gymnase ; secrétaire : M. Pierre Favre, professeur au gymnase ; caissier : M. Pierre Feissly ; archiviste : M. Samuel Nicolet, professeur au gymnase ; assesseurs : MM. Jean Ducommun, Edouard Dubois et Freddy Zésiger, professeurs au gymnase.

Effectif. — Il reste une centaine de membres, les admissions compensant les démissions. La fréquentation des séances est des plus réjouissantes.

Prix du baccalauréat scientifique. — Il a été décerné à MM. Alain Robert et Jean-Pierre Tripet.

Séances. — Sujets traités :

15 février	M. le Dr Claude Jacot : *L'exploration fonctionnelle du foie.*
9 mars	M. Jean Gabus : *Sahara 1960.*
14 mars	M. Claude Gacond : *Oiseaux d'ici, oiseaux d'ailleurs.*
17 mai	M. Edouard Dubois : *La psychologie de la forme.*
7 juin	M. Willy Matthey : *La formation des marais ; faune et flore.*
	MM. Michel Monard et Roland Stettler : *La glacière de Monlési.*
11 juin	Excursion scientifique aux marais du Cachot et à la glacière de Monlési.
27 septembre	MM. Pierre Favre et Michel Hunziker : *Voyage en U.R.S.S.*
17 octobre	M. Jean Rossel : *Caractéristiques actuelles de la recherche en physique ; comparaison est-ouest.*
1er novembre	M. S. Debrot : *Le contrôle sanitaire des viandes.*

Le président,
(signé) Willy Lanz.

Rapport de la Commission neuchâteloise pour la protection de la nature sur l'exercice 1960

Composition de la commission. — M. Alec Baer, qui poursuit ses études à l'étranger, a donné sa démission et est remplacé par M. E. Brodbeck ; la commission s'est également adjointe M. D. Weber. Sa composition est donc la suivante : MM. Ad. Ischer, président ; Cl. Favarger, vice-président ; J. G. Baer, caissier ; R. Gacond, secrétaire ; J. Beraneck, A. Boiteux, E. Brodbeck, G. Dubois, P.-E. Farron, L. Louradour, L. Yersin, D. Weber.

Ligue suisse pour la protection de la nature. — M. A. Gubeli, président de la ligue, et M. E. Dottrens, inspecteur de nos réserves, ont l'un et l'autre remis leur mandat. Nous les remercions de l'intérêt qu'ils ont pris à nos requêtes et de l'appui qu'ils leur ont donné. Le soussigné, représentant la commission, est maintenant seul responsable des réserves neuchâteloises envers la ligue, actuellement présidée par M. J. Bächtold, de Berne.

Nos relations avec la ligue ont été assez suivies cette année, et M. E. Brodbeck nous a représentés à l'assemblée d'Olten.

Affaires cantonales. — Notre précédent rapport signalait l'intervention de la commission au sujet de la Vieille Thielle. Le Conseil d'Etat a répondu négativement à notre demande de protection, le plan d'aménagement national considérant cette région comme zone industrielle. De plus en plus les milieux protecteurs devront réserver leurs efforts à la sauvegarde des sites pour l'instant restés en dehors des régions semi-urbaines ou industrielles.

Une convention passée avec la Société anonyme des immeubles Suchard place sous notre surveillance, sauf exploitation de crise ou de guerre, la belle tourbière qu'elle possède dans la vallée des Ponts et qui arrondit d'une façon satisfaisante le lot de terrains protégés appartenant à la L. S. P. N. dans cette région. D'autres tractations sont en cours pour regrouper celles de ces parcelles qui sont dispersées.

Notre budget 1961 prévoit une meilleure signalisation du Bois des Lattes et des autres réserves de la vallée des Ponts, et un garde a été nommé pour cette région en la personne de M. P. Barrat, des Ponts-de-Martel ; ses obligations sont précisées par un cahier des charges.

M. P.-E. Farron suit attentivement les travaux du remaniement parcellaire du Bas-du-Cerneux ; l'appui financier de la ligue nous permettra d'agrandir la réserve existante pour en éviter l'assèchement par drainage.

L'Association neuchâteloise du tourisme pédestre et la L. S. P. N. ont consenti une grosse dépense pour une signalisation efficace de la nouvelle réserve de Chasseral. De plus l'A. N. T. P. se charge gratuitement de la pose des piquets et des écriteaux. Qu'elle en soit remerciée ! Ce travail se fera au printemps et coïncidera avec la publication, dans la presse romande et alémanique, d'un article du soussigné sur cette région. Nos remerciements au Syndicat de la route de Chasseral qui a bien voulu accorder un laisser-passer de service sur cette route à péage. Toute notre activité concernant la réserve Chasseral-Combe-Biosse se fait d'entente avec le Comité de la Combe-Grède.

L'A. N. T. P. s'est également chargé de la signalisation de la grande réserve des gorges de l'Areuse, vaste région limitée à l'ouest par le sentier des quatorze contours, au nord par l'Areuse, au sud par la ligne des crêtes Soliat-Montagne-de-Boudry et dont l'axe rejoint la rivière près de l'usine

de Combe-Garot ; cette réserve englobe le parc du Club jurassien du Creux-du-Van. La commission de surveillance de cette réserve compte un de nos représentants et est présidée par M. J. Joly.

Les communes de Hauterive et de Saint-Blaise, ainsi que l'usager des lieux, ont consenti à la clôture de la marnière de Hauterive, intéressante tant au point de vue géologique (localité type de l'étage Hauterivien) qu'au point de vue botanique (orchidées, surtout du genre Ophrys, voir *Bulletin de la S. N. S. N.*, t. 78, p. 131, étude de Ch. Emery) ; pour cette réalisation nous avons sollicité un appui financier de la ligue et de l'Université de Neuchâtel.

Nous suivons attentivement l'activité de Pro Doubs, animée par son président, M. J.-M. Nussbaum, et M. E. Brodbeck nous représente au sein de cette association.

Sites protégés. — Les grandes associations de protection et de tourisme ont été priées d'envoyer à leurs secrétariats centraux des propositions en vue d'un recueil des paysages et monuments naturels d'importance nationale. Cette démarche a déclenché chez nous une requête sur le plan cantonal : en effet, d'entente avec le Heimatschutz, la C. N. P. N. s'est assurée l'appui de plus de trente organisations (sociétés d'étude et de protection, de tourisme, groupements professionnels et culturels) groupant près de douze mille membres et va proposer au Conseil d'Etat la sauvegarde d'un certain nombre de sites du canton, indépendamment de ceux qui sont déjà protégés. Ainsi nous aurons un statut quasi définitif de protection des sites les plus sauvages et intacts de notre terre neuchâteloise. Dès lors, nous abandonnerons des efforts par avance vains de protection de régions industrielles et trop peuplées.

Divers. — Notre activité s'est encore étendue à des questions régionales ou secondaires : réserve scolaire du Bois-du-Mail à Neuchâtel ; protection de la garide des Joûmes au-dessus du Landeron ; protection des arnicas de la Montagne-de-Boudry ; transplantation des orchidées de la propriété Schenk, à Hauterive, objet d'un lotissement ; réclamations au sujet d'annonces parues dans la presse et invitant le public à des voyages organisés au Chasseron lors de la floraison des anémones.

M. D. Weber a rassemblé toute une littérature concernant la protection pour en faire profiter la bibliothèque d'enfants Pestalozzi.

Pour six personnes compétentes, nous avons obtenu du Département de l'agriculture les cartes de légitimation prévues à l'article 6 de l'arrêté de protection, cartes leur permettant de dénoncer d'office les touristes qui contreviennent aux dispositions légales, ou tout au moins de les rendre attentifs à leur faute lorsqu'ils les prennent en flagrant délit.

Aux termes de ce rapport, le soussigné fait part de sa gratitude aux membres de la commission qui, s'ils ne se sont réunis que deux fois au cours de l'année, ont beaucoup travaillé individuellement ; il remercie également Mme H. Guth, de Peseux, qui a bénévolement collaboré à la rédaction de la correspondance.

Les membres de la L. S. P. N. habitant le canton sont au nombre de 688. Notre intention est de porter ce nombre à 1000 au cours de l'an prochain.

Le président,
(signé) Ad. Ischer.

Comptes

Solde de l'exercice précédent	Fr. 149.22	
Versements L. S. P. N.	» 311.—	
Taxe C. C.		Fr. —.20
Fournitures		» 27.30
Représentations		» 20.60
Convocations		» 31.60
Frais de bureau, etc.		» 49.30
Frais et sommes avancées par le président . . .		» 66.—
	Fr. 460.22	Fr. 195.00
Solde à nouveau		» 265.22
	Fr. 460.22	Fr. 460.22

Neuchâtel, le 6 janvier 1961.

Le caissier,
(signé) Jean G. Baer.

COMPTES DE L'EXERCICE 1960

arrêtés au 31 décembre 1960

COMPTE DE PERTES ET PROFITS

Doit			Avoir		
A compte *Bulletins*, *Mémoires*	Fr.	2.939.60	Par compte cotisations	Fr.	2.841.—
A compte frais généraux	»	2.028.45	Par compte dons, intérêts, subventions	»	2.614.57
Bénéfice de l'exercice	»	2.342.68	Par compte vente *Bulletins et Mémoires*	»	1.855.16
	Fr.	7.310.73		Fr.	7.310.73

BILAN

Actif			Passif		
Livrets C.F.N. 31 332, 24 400 et caisse	Fr.	15.138.41	Capital au 31 décembre 1959	Fr.	26.086.03
Chèques postaux	»	1355.10	Bénéfice 1960	»	2.342.68
Débiteurs	»	145.20			
Fonds Matthey-Dupraz et titres	»	4.129.—			
Fonds Fritz Kunz	»	5.000.—			
Fonds Cotisations à vie	»	2.360.—			
Fonds du Prix S.N.S.N.	»	300.—			
Editions	»	1.—			
	Fr.	28.428.71		Fr.	28.428.71

Le trésorier,
(signé) P. Richard.

Rapport des vérificateurs de comptes

Les vérificateurs de comptes soussignés déclarent avoir vérifié et pointé toutes les pièces comptables de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles et les ont reconnues parfaitement exactes. Ils proposent de donner décharge au caissier avec de vifs remerciements.

Neuchâtel, le 10 janvier 1961.

(signé) A. Calame.
O. Thiel.

TABLE DES MATIÈRES
DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DE 1960

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

B. CONFÉRENCES ET COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

1. *Biochimie*

2. *Botanique*

3. *Ethnographie*

4. *Géochronologie*

5. *Géographie*

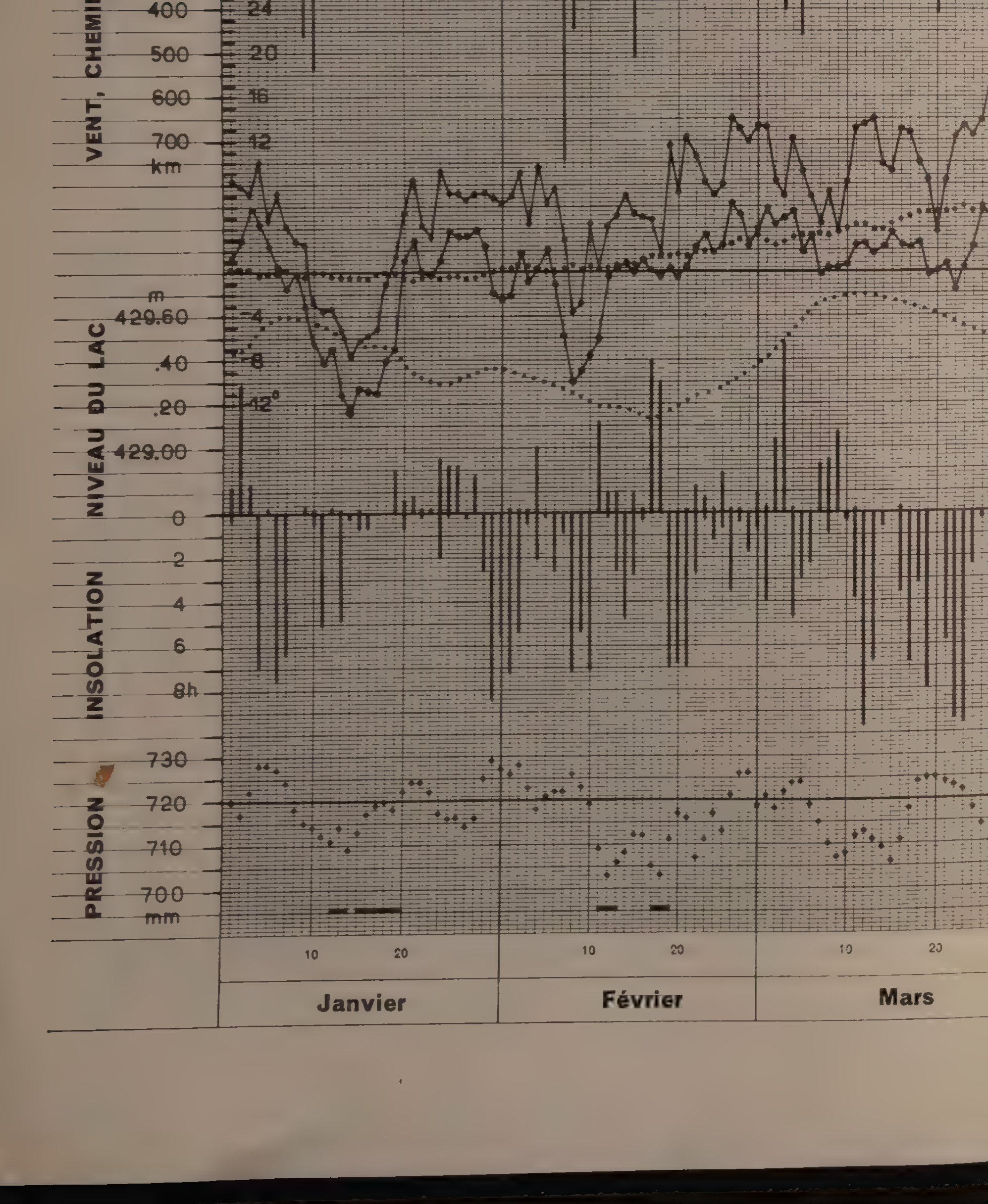
6. *Géologie*

7. *Hygiène*

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME 84 (1961)

CLICHÉS NUSSBAUMER, NEUCHATEL



VENT, CHEMI
400
500
600
700
km
24
20
16
12
NIVEAU DU LAC
m
429.60
.40
.20
429.00
-4
-8
-12°
INSOLATION
0
2
4
6
8h
PRESSION
730
720
710
700
mm
10
20
Janvier
Février
Mars

Instructions à l'intention des auteurs

Les manuscrits, rédigés en français et dactylographiés, doivent être remis au secrétaire-rédacteur jusqu'au **31 janvier** pour paraître dans le *Bulletin* de l'année. Ils seront présentés dans leur *rédaction définitive*, prêts à l'impression. Les frais résultant de modifications apportées en cours de composition sont à la charge des auteurs.

Il est recommandé de rédiger un *résumé* de quelques lignes, en *deux exemplaires*, donnant l'essentiel des résultats ; il sera traduit en allemand et en anglais.

(Pour la participation aux frais de confection des clichés et, éventuellement, à ceux de composition typographique, voir deuxième page de la couverture du *Bulletin*.)

1. Manuscrits

Titres: En cas de nombreux titres ou sous-titres d'importances diverses, indiquer leur hiérarchie par des couleurs.

Mots latins: Ils doivent être en italique dans le texte imprimé (p. ex. *Scilla bifolia*) et seront soulignés *une fois* dans le manuscrit dactylographié.

Noms d'auteurs: Ils doivent être composés en petites capitales s'il s'agit d'une citation (p. ex. LINNÉ) et seront soulignés *deux fois* dans le manuscrit dactylographié. Quand plus de deux ou trois auteurs signent un travail, le nom du premier est suivi de la mention « et *al.* » (p. ex. CORT, W. et *al.*). Cette remarque est valable pour la bibliographie.

Si, au contraire, le nom d'auteur est associé à celui d'un taxon, il s'écrit en romain et ne doit pas être souligné (p. ex. *Scilla* Linné) ; il est recommandé, dans ce cas, de l'abréger, en se conformant aux abréviations usuelles (p. ex. *Scilla* L.).

Titres d'ouvrages ou d'articles: Ils seront placés entre guillemets.

Titres de revues et de journaux (publications régulières). Ils seront composés en italique : *(*p. ex. *Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles, Journal suisse d'horlogerie).*

Numérotation des figures et des planches dans le texte : Entre parenthèse et en chiffres arabes pour les figures (fig. 12, 13*a*), en chiffres romains pour les planches (pl. III, fig. 5). Dans le texte courant, les mots « figure » et « planche » ne sont pas abrégés.

Abréviations et symboles usuels: On recommande de faire usage des suivants :

a) *Abréviations* (suivies d'un point)

vol.	= volume	fig.	= figure
t.	= tome	pl.	= planche
p.	= page (pp. = pages)	chap.	= chapitre

Bull. Soc. neuch. Sc. nat.

b) *Symboles* (non suivis d'un point)

m	= mètre (325,5 m)	h	= heure
cm	= centimètre (15,2 cm)	mn	= minute
mm	= millimètre (0,65 mm)	s	= seconde (20 h 12 mn 18 s)
km	= kilomètre (618 500 km)	° C ou ° K	= degré centigrade ou Kelvin (15° C, —27,3° C, 279,09° K)
l	= litre (2,5 l)		
ml	= millilitre	1er, 2^{e}	= premier, deuxième
g	= gramme (3,45 g)	N S E W	= points cardinaux
kg	= kilogramme	NE SSW	= (ni trait d'union, ni espace)

Renvois à la bibliographie: LINNÉ (1758) ou (LINNÉ 1758) ou encore (1758, p. 43). Des indicatifs en italique et mis entre parenthèses (*12*) peuvent être utilisés.

Bibliographie: A établir par ordre alphabétique des noms d'auteurs et selon les modèles suivants :

Bosc, L. A. G. — (1802). Histoire naturelle des Vers, contenant leur description et leurs mœurs. 324 pp., pl. 1-10, *Paris.*

Diesing, K. M. — (1850). Systema Helminthum. 1 : XIII + 679 pp., *Vindobonae.*

— (1851). *Ibid.* 2 : VI + 588 pp., *Vindobonae.*

— (1855*a*). Sechzehn Gattungen von Binnenwürmern und ihre Arten. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien* 9 (1) : 171-185, pl. 1-6.

— (1855*b*). Neunzehn Arten von Trematoden. *Ibid.* 10 (1) : 59-70, pl. 1-3.

Fuhrmann, O. — (1934). Un Cestode aberrant. *Bull. Soc. neuch. Sc. nat.* 58 : 107-120, 12 fig.

Goto, S. et Ozaki, Y. — (1930). Brief notes on new Trematodes. III. *Japan J. Zool.* 3 : 73-82, 7 fig.

1 Bidal, P. et De Rham, G. — (1947). Les formes différentielles harmoniques. *Comm. Math. Helv.* 19 : 1-49.

2 Dubois, P., Cor, P. et Colin, R. — (1947). Manuel des plastiques. *Paris* (Presses documentaires).

3 Newton, T. D. — (1953). *Canad. J. Phys.* 34 : 804.

Ainsi, dans une série d'articles du même auteur, le nom de celui-ci n'est pas répété, mais remplacé chaque fois par un filet. Si deux articles consécutifs ont été publiés dans la même revue, le nom de celle-ci ne sera pas répété, mais remplacé par *Ibid.*

En cas d'indicatifs utilisés dans le texte, ceux-ci figureront en italique devant les noms d'auteurs ; ils seront soulignés une fois dans le manuscrit dactylographié.

2. Illustrations

Procédés: Les dessins au trait (à l'encre de Chine) sont reproduits par zincogravure. Les photographies, qui nécessitent des similigravures (autotypies), sont à la charge des auteurs ; elles constituent des planches hors texte.

Réductions: L'exécution d'un dessin doit tenir compte de la réduction qu'il subira lors de la confection du cliché. (Des détails trop fins se perdent ; des traits ou des points trop serrés produisent des empâtements.)

Les réductions les plus courantes sont de moitié ou de deux tiers de l'original. Il est recommandé de grouper en un seul cliché les dessins se rapportant au même objet ; dans ce cas chaque figure portera son numéro.

Les figures ou groupes de figures ne peuvent dépasser la justification : 18 cm en hauteur, 11,2 cm en largeur (légendes comprises).

La largeur maximum des figures « habillables » est de 7 cm.

Les photographies gagnent à être très peu réduites : les originaux ne dépasseront donc pas la justification indiquée ci-dessus.

Légendes: Elles seront réunies à la fin du texte dactylographié.



La particularité la plus remarquable de cette montre de sport est sa haute précision

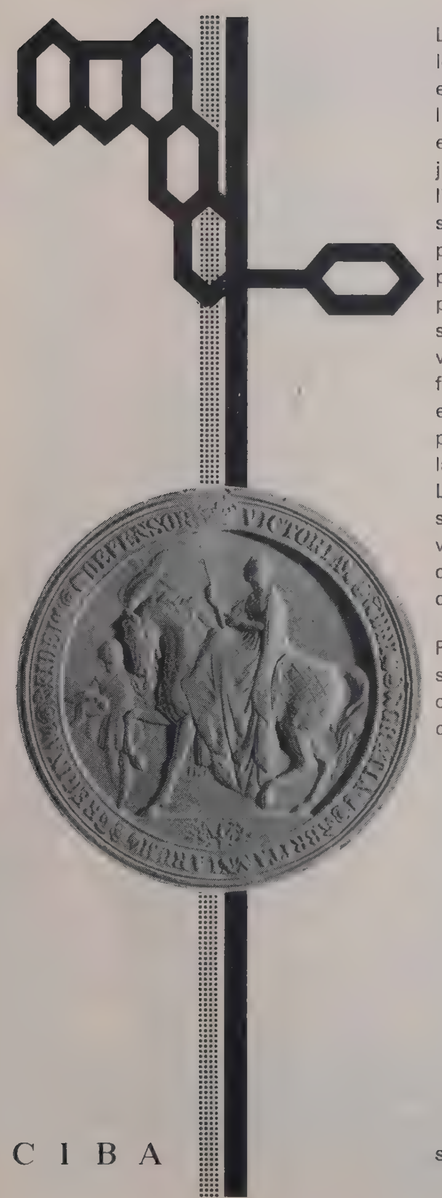
... car la Seamaster est avant tout un instrument de précision Omega conçu pour vous donner la satisfaction d'un fonctionnement sans défaillance pendant des années.

C'est une montre qui vous conviendra aussi bien en soirée (remarquez la pureté de ses lignes classiques) qu'en plongée sous-marine (elle est étanche, jusqu'à 60 m. de profondeur). C'est cette grande variété d'usage qui a engagé plus de 1,5 million de personnes à faire l'achat d'une Seamaster, devenue ainsi la montre de sport la plus demandée au monde.

Tous les modèles Seamaster sont étanches, antimagnétiques et antichocs. En or massif 18 carats, plaqué or, ou en acier inoxydable. Le remontage automatique et le calendrier sont facultatifs.

Pour toute information concernant les modèles Seamaster et leur prix, adressez-vous aux meilleurs horlogers de votre ville. Ils ont les montres Omega.

Omega a la confiance du monde

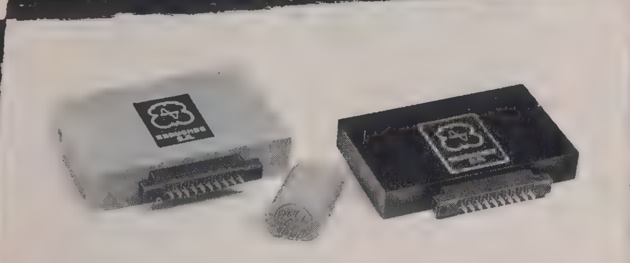


La propriété industrielle, qui trouve dans le brevet d'invention sa protection la plus efficace, est à l'industrie ce que la propriété littéraire et artistique est aux belles-lettres et aux arts. Il a cependant fallu attendre jusqu'au XIXe siècle pour que le travail de l'inventeur soit entouré de garanties suffisantes. De nos jours, l'industrie chimique, pour rester à l'avant-garde du progrès, procède à des investissements toujours plus considérables. Cette évolution ne serait pas concevable sans le brevet d'invention ; il écarte le danger des contrefaçons et assure à l'industrie une source essentielle de revenus qui sont, pour une part sans cesse croissante, consacrés à la recherche.
Les chiffres sont éloquents. Au début du siècle, CIBA possédait moins de 200 brevets d'invention ; elle en détient aujourd'hui au total plus de 14000, qui ont été délivrés tant en Suisse qu'à l'étranger.

Fidèle à une longue tradition, CIBA bâtit sa renommée sur les succès de la recherche scientifique dans les divers secteurs de son activité.

Sceau apposé sur un brevet anglais datant de 1868

4 60 03



UNITÉS TRANSISTORISÉES

UNITÉ DÉCADIQUE	0 - 1,1 MHz	B - 542/a
avec sortie pour affichage analogique	0 - 200 kHz	B - 542/b
DIVISEUR DÉCADIQUE	0 - 1,1 MHz	B - 642/a
	0 - 200 kHz	B - 642/b
DÉCADE A PRÉSÉLECTION	0 - 1,1 MHz	B - 514/a
	0 - 200 kHz	B - 514/b
DÉCADE A REGISTRE	0 - 1,1 MHz	B - 563/a
avec sorties de commande pour affichage digital	0 - 200 kHz	B - 563/b
DECADE A REGISTRE	0 - 1,1 MHz	B - 564/a
avec sortie pour affichage analogique	0 - 200 kHz	B 564/b
UNITE BINAIRE	0 - 1,1 MHz	B - 492/a
	0 - 200 kHz	B - 492/b
	0 - 25 kHz	B - 493/a
MATRICE DE DECODAGE		B - 561
GATE A TROIS VOIES (ET)	0 - 1,1 MHz	B - 597/a
GATE A TROIS VOIES (OU)	0 - 1,1 MHz	B - 597/b
FORMATEUR D'IMPULSIONS	0 - 1,1 MHz	B - 621
CIRCUIT DE MISE EN FORME	0 - 250 kHz	B - 611
AMPLIFICATEUR D'IMPULSIONS	0 - 4 kHz	B - 516
AMPLIFICATEUR D'IMPULSIONS pour remise à 0		B - 618
DOUBLE ÉTAGE SÉPARATEUR	0 - 1,1 MHz	B - 616/a
	0 - 25 kHz	B - 616/b
OSCILLATEUR A QUARTZ	f < 50 kHz	B - 521
	50 < f < 230 kHz	B - 522
	f > 200 kHz	B - 523
STABILISATEUR DE TENSION	12 V	B - 615

DEPARTEMENT OSCILLOQUARTZ

EBAUCHES S.A.

NEUCHATEL - SUISSE



© MOJONNET


FAR

PRIX DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE DES SCIENCES NATURELLES

(Ancien Prix quinquennal)

RÈGLEMENT

1. La société institue un prix sous le nom de « Prix de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles ». Il est unique et d'une valeur de 500 fr. Le comité déterminera les dates auxquelles le prix sera délivré.

2. Une somme de 100 fr. est prévue chaque année sur le budget pour alimenter le prix.

3. Ne sont admis à concourir que les membres de la S. N. S. N.

4. Les travaux, présentés dactylographiés, doivent être inédits.

5. Les travaux auront trait à l'une des disciplines des sciences naturelles, chimiques, physiques et mathématiques.

6. Ils porteront une devise répétée sur un pli cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur.

7. Les travaux, remis avant le 1er novembre, seront appréciés par un jury d'au moins trois membres, désignés par le comité de la S. N. S. N. Ce jury rapportera à l'assemblée générale, où le nom du lauréat sera proclamé.

8. La société se réserve le droit de publier les mémoires couronnés.

Dernier délai pour la remise des manuscrits : le 1er novembre 1962.

TABLE DES MATIÈRES

Les publications de la S. N. S. N. *(Bulletins* et *Mémoires)* peuvent être obtenues à l'adresse suivante : **Société neuchâteloise des Sciences naturelles, p. a. Bibliothèque de la Ville, Neuchâtel (Suisse).**

Les publications envoyées à la S. N. S. N. en échange du *Bulletin* ou des *Mémoires* doivent être adressées à : **Société neuchâteloise des Sciences naturelles, p. a. Bibliothèque de la Ville, Neuchâtel (Suisse).**

IMPRIMÉ EN SUISSE